Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

В.Р. Румянцев, Т.А. Шарапова, Т.Ю. Сайкова

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

Навчально-методичний посібник

для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

освітньо-професійної програми

«Технології захисту навколишнього середовища»

Затверджено

вченою радою ЗНУ

Протокол № від 2022

Запоріжжя, ІННІ ЗНУ

2022

УДК 628.5-763(075)

Р8651

Румянцев В.Р., Шарапова Т.А., Сайкова Т.Ю. Моніторинг довкілля: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища». Запоріжжя : ЗНУ, 2022. 103 с.

Видання підготовлене відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля». У навчально-методичному посібнику розглянуто теоретичні та практичні обґрунтування необхідності створення здорових умов життєдіяльності за рахунок моніторингу стану навколишньго середовища шляхом надання студентам знань стосовно методів дослідження в області контролю за станом навколишнього середовища.

Рецензенти

*В.Л. Коваленко,* доктор технічних наук*,* зав. кафедри електротехніки та енергоефективності Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні

ЗНУ

*В.Г.Рижков*, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

Відповідальний за випуск

*Г.Б.Кожемякін*, кандидат технічних наук, в. о. зав. кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально - наукового інституту ЗНУ ім. Ю.М. Потебні

.

**ЗМІСТ**

ВСТУП 5

ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ 6

1. ДЕРЖАВНА ПРОГРАМА МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ 6

1.1 Задачі і методи моніторингу довкілля 7

1.2 Організація і функціонування системи моніторингу 14

1.3 Сучасний стан моніторингових спостережень 16

2 МОНІТОРИНГ ЯК СИСТЕМА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ

ДОВКІЛЛЯ 17

2.1 Забруднення та забруднювачі довкілля 17

2.2 Антропогенний вплив на довкілля 21

2.3 Якість природного середовища 23

3 КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ 23

3.1 Фактори, індикатори та показники, які досліджуються в системі

моніторингу довкілля 27

3.2 Класифікація систем моніторингу 29

4 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРИ 32

4.1 Задачі моніторингу забруднення атмосферного повітря 32

4.2 Організація робіт щодо збору інформації 33

4.3 Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони

атмосферного повітря 37

4.3.1 Основні терміни та їх значення 37

4.3.2 Суб’єкти моніторингу атмосферного повітря 38

4.3.3 Пункти відбору, режими оцінювання та оприлюднення

результатів 40

4.4 Транскордонний перенос забруднюючих речовин 43

5 СУЧАСНИЙ СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД 47

5.1 Джерела та види забруднення водних ресурсів 47

5.2 Організація системи моніторингу водних середовищ 52

5.3 Пункти спостережень і контрольні створи 55

5.4 Показники оцінки якості води, моніторинг у сфері питної води 59

6 ЄВРОПЕЙСКЕ ЗАКОНОДАВСТВО У СФЕРІ МОНІТОРИНГУ

ДОВКІЛЛЯ 65

6.1 Глобальна система моніторингу навколишнього середовища 65

6.2 Геоінформатичні системи моніторингу довкілля 69

6.3 Особливості громадського соціально-екологічного моніторингу 70

7 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ 74

7.1 Теми для самостійного вивчення 74

7.2 Тести для самоконтролю 75

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ 79

1. Розрахунок гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин

у повітрі населених місць 79

2. Визначення сумарної концентрації шкідливих речовин у повітрі

робочої зони при їх сумісній присутності 81

3. Встановлення фонової концентрації шкідливих речовин шляхом

розрахунку 86

4. Захист будівельних конструкцій від корозії 88

5. Оцінка забруднення атмосферного повітря транспортними засобами

чадним газом 93

6. Оцінка впливу на людину шкідливих домішок у продуктах

харчування 96

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРИ 101

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА 102

**ВСТУП**

Оцінка впливу техносфери на довкілля спрямована на запобігання шкоди навколишньому середовищу; забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, у процесі прийняття рішень про ведення господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

Моніторинг дозволяє виявляти критичні та екстремальні ситуації, фактори антропогенного впливу на довкілля, здійснювати оцінку та прогноз стану об'єктів спостереження, керувати процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

У зв’язку з цим дуже актуально стоїть задача контролю за якістю навколишнього природного середовища. В навчальному-методичному посібнику розглянуто основні способи моніторингу якості довкілля, показані шляхи їх розвитку, що стане вагомим важелем покращення екологічної ситуації в Україні.

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля» є надання студентам знань стосовно методів дослідження в області контролю за станом навколишнього середовища.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля» є:

* оволодіння підходами для визначення об’єктів моніторингу;
* вивчення організації моніторингу складових довкілля;
* ознайомлення з системою глобального моніторингу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентності:

- знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природозахисних задач у виробничій сфері.

- обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому.

- обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.

- здатність здійснювати контроль за забрудненням повітряного басейну, водних об’єктів, ґрунтового покриву та геологічного середовища.

- здатність проводити спостереження та інструментальний й лабораторний контроль якості навколишнього середовища, режимів роботи обладнання та технологій захисту навколишнього середовища.

**ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ**

**1. ДЕРЖАВНА ПРОГРАМА МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ**

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення.

Основні принципи функціонування ДСМД визначені у «Положенні про державну систему моніторингу довкілля» (постанова Кабінету Міністрів України (КМУ) від 30.03.1998 № 391, редакція від 09.09.2020 р.) [25].

### Моніторинг довкілля здійснюється Мінекономіки, Міндовкіллям, Державним агентством України з управління зоною відчуження (ДАЗВ), Держгеонадрами, Мінрегіоном, ДКА, а також [Державною службою України з надзвичайних ситуацій](https://www.dsns.gov.ua/) (ДСНС), Держлісагентством, Держводагентством, Держгеокадастром та їх територіальними органами, підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління.

Надалі розглянемо основні нормативні акти, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля в Україні:

- «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» (постанова КМУ від 14.08.2019 № 827, редакція від 04.11.2020). Згідно з цим документом здійснюється моніторинг довкілля у частині державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, взаємодії центральних та місцевих органів виконавчої влади;

- «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (постанова КМУ від 19.09.2018 № 758, редакція від 24.12.2019). Згідно з цим документом здійснюється моніторинг довкілля у частині державного моніторингу стану поверхневих, підземних та морських вод;

- «Положення про моніторинг земель» (постанова КМУ від 20.08.1993 № 661 в редакції постанови КМУ від 21 серпня 2019 р. № 760, редакція від 24.12.2019);

- «Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» (постанова КМУ від 26.02.2004 № 51, редакція прийняття від 26.02.2004).

**Державна система моніторингу довкілля** (**ДСМД**) — це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн.

Система моніторингу — це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Створення і функціонування системи моніторингу ґрунтується на **принципах** [25]:

а) узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення; сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;

б) систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;

в) своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання інформації про стан довкілля (екологічної інформації), яка надходить і зберігається в системі моніторингу;

г) об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних установ та світового співтовариства.

Моніторинг довкілля в Україні здійснюють:

1) Мінекономіки — Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України;

2) Мінекоенерго — Міністерство енергетики та захисту довкілля України;

3) Мінрегіон — Міністерство розвитку громад та територій України;

4) ДАЗВ — Державне агентство України з управління зоною відчуження;

5) Держгеонадр — Державна служба геології та надр України;

6) ДСНС — Державна служба надзвичайних ситуацій України;

7) ДКА — Державне космічне агентство України;

8) Держлісагентство — Держа́вне аге́нтство лісови́х ресу́рсів Украї́ни;

9) Держводагентство — Державне агентство водних ресурсів України;

10) Держгеокадастр — Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру

та їх територіальними органами, підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління, обласними, Київською міською держадміністрацією, а також органом виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища.

**1.1 Задачі і методи моніторингу довкілля**

**Моніто́ринг довкі́лля, екомоніто́ринг** (англ. *environmental monitoring*,) (англ. *monitoring*, від лат. *monitor* *–* той, який контролює, попереджає) навколишнього середовища *–* комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і розробки рекомендацій з їх усунення або ослаблення [11].

*Метою моніторингу* навколишнього середовища (НС) є екологічне обґрунтування перспектив й удосконалення системи моніторингу, оцінювання його фактичного і прогнозованого стану; попередження про зниження біорізноманітності екосистем, порушення екологічної рівноваги в навколишньому середовищі, погіршення умов життєдіяльності людей.

*Предметом моніторингу* навколишнього середовища є організація та функціонування системи моніторингу, оцінювання та прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних та антропогенних факторів [18].

*Об'єктами моніторингу* навколишнього середовища, залежно від рівня та мети досліджень є довкілля, його елементи і джерела впливу на нього, зокрема, атмосферне повітря, підземні та поверхневі води, ґрунти, відходи, несприятливі природні процеси (зсуви, карст тощо).

Моніторинг довкілля складається з наступних *основних напрямків*:

1) спостереження за факторами дії на природне навколишнє середовище (НПС) і стан середовища;

2) оцінки фактичного стану природного середовища;

3) прогнозування стану НПС.

*Основними задачами* моніторингу довкілля є:

а) спостереження за станом біосфери,

б) оцінка і прогноз її стану,

в) визначення ступеня антропогенного впливу на довкілля,

г) виявлення факторів і джерел впливу;

д) виявлення критичних та екстремальних ситуацій.

Система моніторингу довкілля будується на *принципах*:

1) об'єктивності і достовірності;

2) систематичності спостережень за станом довкілля;

3) багаторівневості;

4) узгодженості нормативного та методичного забезпечення;

5) узгодженості технічного та програмного забезпечення;

6) комплексності в оцінці екологічної інформації;

7) оперативності проходження інформації між окремими ланками системи;

8) відкритості інформації для населення.

Отож, моніторинг довкілля виник на стику екології, біології, географії, геології та інших природничих наук [18].

При оцінюванні стану навколишнього середовища вживають такі *критерії* [4]:

1) гранично допустимі концентрації забруднювачів. Цим критерієм користуються при оцінюванні допустимої кількості діючої речовини в середовищі;

2) гранично допустимі дози (кількість шкідливої речовини, дія якої не викликає загиблого впливу на організм, екосистему). Аналіз ситуації за цими параметрами дає можливість з'ясувати допустимий ефект діяння;

3) гранично допустимі викиди речовин в атмосферу, гранично допустимі скиди шкідливих речовин у водні об'єкти, їх встановлюють для кожного джерела забруднення атмосфери або водного об'єкта з метою оцінювання його інтенсивності;

4) гранично допустиме антропогенне навантаження (зумовлене людською діяльністю навантаження на навколишнє природне середовище, тривалий вплив якої не призведе до зміни екосистем). За цим критерієм встановлюють допустиме екологічне навантаження на навколишнє середовище.

В системі моніторингу довкілля найчастіше використовують такі *методи прогнозування*:

а) експертне оцінювання. Сутність його полягає в отриманні та спеціалізованій обробці прогнозних оцінок об'єкта через опитування висококваліфікованих фахівців (експертів) в певній сфері науки, техніки, виробництва. Оцінки експертів суттєво підвищують надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів прогнозування;

б) екстраполяція (поширення висновків, отриманих в результаті спостереження за однією частиною явища, на іншу частину) і інтерполяція (встановлення проміжних значень об'єкта на підставі деяких відомих його значень). Ці методи ефективні при короткостроковому прогнозуванні щодо об'єкта, який тривалий час розвивався рівномірно без значних відхилень. Ґрунтуються вони на вивченні кількісних і якісних параметрів об'єкта, що досліджується, за попередні роки з подальшим логічним продовженням, окресленням тенденцій його розвитку в прогнозованому періоді;

в) моделювання. Метод полягає в побудові моделей, які розглядають з урахуванням ймовірної або бажаної зміни прогнозованого явища на певний період, користуючись прямими або опосередкованими даними про масштаби й напрями змін. Методи моделювання використовують для складання глобальних, локальних та інших прогнозів [15].

Як відомо, інформацію про стан навколишнього середовища накопичують багато державних органів. Різні міністерства й відомства ведуть власні спостереження і збирають відомості про стан водяного та повітряного басейнів, підземних вод і ґрунтового покриву, мінеральних і біологічних ресурсів, про захист ресурсів та про різні види відходів. У загальному вигляді наявність у міністерствах й відомствах зведень про стан навколишнього середовища і джерела впливу наведено в табл. 1.

З таблиці 1 видно, що екологічна інформація про одні й ті самі об’єкти накопичується в різних організаціях. Проте інформація, яку отримує і збирає, наприклад, Державна гідрометеорологічна служба Мінприроди, істотно відрізняється від інформації, яка накопичується у системі санепідемнагляду як за характером (наприклад, набір обумовлених параметрів), так і за способом її організації та каналами поширення [3].

Таблиця 1 - Наявність у міністерствах й відомствах зведень про стан навколишнього середовища і джерела впливу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Елементи довкілля | держкомпрод-ресурсів | держгідромет-служба | держсаніпедем-нагляд | держкомзем | держкомлісгос-  агр опром | держводгосп | держкомбуд житлолвої політики | держкомстат |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Стан/забруднення | | | | | | | | |
| Повітря | \* | \* | \* |  |  |  |  |  |
| Вода | \* | \* | \* |  |  | \* | \* |  |
| Ґрунт | \* | \* | \* | ♦ |  | \* |  |  |
| Рослинність | \* | \* |  |  | \* | \* |  |  |
| Використання | | | | | | | | |
| Вода | \* |  |  |  |  |  | \* | \* |
| Землі |  |  |  | ♦ |  | \* | \* | \* |
| Мінерали |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| Рослинність | ♦ |  |  |  | \* | \* | \* | \* |
| Тваринний світ | ♦ |  |  |  |  | \* |  | \* |
| Викиди | | | | | | | | |
| Повітря | \* | \* | \* |  |  |  | \* | \* |
| Стічні води | \* | \* | \* |  |  |  | \* | \* |
| Тверді відходи | \* |  | \* |  |  |  | \* | \* |
| Небезпечні відходи | \* |  | \* |  |  |  |  | \* |
| Радіоактивні відходи | \* | ♦ | \* |  |  |  |  | \* |
| Захист і відновлення | | | | | | | | |
| Повітря | \* |  | \* |  |  |  |  | \* |
| Вода | \* |  | \* |  |  |  |  | \* |
| Ґрунт | \* |  | \* | ♦ |  |  | \* | \* |
| Мінерали | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| Рослинність | \* |  |  |  | \* | \* | \* | \* |

*Примітка*: ♦ – істотний обсяг інформації; \* – обмежена інформація (окремі питання)

На відміну від державних, громадські організації у своїй діяльності виходять із пріоритетів, обумовлених ними самими, а не з функцій чи обов’язків, встановлених ззовні. Тому важливою ознакою громадських організацій євідкритість, вільний обмін інформацією. Громадські організації утворюють не вертикальні піраміди, як це має місце у державних структурах, а горизонтальні мережі – регіональні або тематичні. Інформаційний обмін – важливий аспект роботи. При цьому окремі організації – „зацікавлена громадскість” – можуть також виконувати функції спеціалізованих інформаційних центрів – джерел інформації [15].

Отже, взаємодія громадських організацій з державними органами, іншими власниками інформації – це неодмінна умова ефективної природоохоронної діяльності.

Окреме і дуже складне завдання - це організація отримання інформації по категоріях I (захворювання населення) та R (природоохоронні заходи різних організацій).

Для реалізації поставленої задачі необхідно визначити наступні організаційні складові - зміст потрібної інформації, достовірні джерела інформації, формати обміну, терміни виконання, відповідальні особи.

Домовленості повинні бути закріплені та реалізовані у вигляді відповідних чинних документів.

**Мета** функціонування державної системи моніторингу:

а) підвищення рівня вивчення і знань про екологічний стан довкілля;

б) підвищення оперативності та якості інформаційного обслуговування користувачів на всіх рівнях;

в) підвищення якості обґрунтування природоохоронних заходів та ефективності їх здійснення;

г) сприяння розвитку міжнародного співробітництва у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

Основні **завдання державної системи моніторингу довкілля**:

1) організація єдиної державної системи пунктів спостереження за всіма компонентами природного середовища;

2) формування і налагодження автоматизованої системи збору, обробки, узагальнення і зберігання систематичної інформації про кількість та екологічний стан природних ресурсів (формування відповідних банків чи баз даних і систем управління ними);

3) оцінювання природно-ресурсного потенціалу та допустимого рівня використання ресурсів;

4) інвентаризація джерел забруднення і вивчення ступеня антропогенного впливу на компоненти природного середовища;

5) розробка прогнозів можливих змін екологічної ситуації та «рівня здоров'я» довкілля;

6) розробка управлінських рішень, спрямованих на забезпечення раціонального природокористування і сталого розвитку держави на всіх рівнях (локальному, регіональному і національному).

Основні **завдання** **суб'єктів системи моніторинг**у:

а) довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;

б) аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;

в) інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

г) інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення інформацією про стан довкілля (екологічною інформацією) населення країни і міжнародних організацій [25].

Моніторинг довкілля здійснюють:

1) Мінекоенерго

– ґрунтів на природоохоронних територіях (вміст забруднюючих речовин (ЗР), у тому числі радіонуклідів);

– державного екологічного картування території України для оцінки його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних екосистем (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів);

– видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною;

2) ДСНС (на пунктах державної системи гідрометеорологічних спостережень)

– вмісту радіонуклідів в атмосферному повітрі, транскордонного перенесення забруднювальних речовин;

– снігового покриву;

– ґрунтів різного призначення (вміст залишкової кількості пестицидів та важких металів);

– радіаційної обстановки (визначення експозиційної дози гамма-випромінювання);

– повеней, паводків, снігових лавин, селів;

3) ДАЗВ (Державне агентство з управління зоною відчуження) у зоні відчуження і відселеній частині зони безумовного (обов’язкового) відселення

– вмісту радіонуклідів в атмосферному повітрі;

– наземних екосистем (біоіндикаторні визначення);

– ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, радіонуклідів, просторове поширення);

– джерел викидів в атмосферу (вміст ЗР, обсяги викидів);

– об’єктів зберігання та/або захоронення радіоактивних відходів (вміст радіонуклідів, радіаційна обстановка);

4) Мінекономіки (Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства)

– ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів);

– сільськогосподарських рослин і продуктів з них (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів);

– сільськогосподарських тварин і продуктів з них (зоотехнічні, токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів);

5) Держлісагентство (Держа́вне аге́нтство лісови́х ресу́рсів)

– ґрунтів земель лісового фонду (радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів);

– лісової рослинності (стан, продуктивність, пошкодження біотичними та абіотичними чинниками, біорізноманіття, радіологічні визначення);

– мисливської фауни (видові, кількісні та просторові характеристики);

6) Держводагентство (Державне агентство водних ресурсів)

– якості вод водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання;

– водних об’єктів за радіологічними показниками на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення;

– на транскордонних ділянках водотоків, визначених відповідно до міждержавних угод про співробітництво на транскордонних водних об’єктах;

– зрошуваних та осушуваних земель (глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод, ступінь засоленості та солонцюватості ґрунтів);

– підтоплення сільських, селищних населених пунктів, прибережних зон водосховищ (переформування берегів і підтоплення територій);

7) Держгеокадастр (Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру)

– ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, прояви ерозійних та інших екзогенних процесів, просторове забруднення земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва);

– зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення, засолення т.п.);

– берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів);

8) Мінрегіон (Міністерство розвитку громад та територій)

– питної води централізованих систем водопостачання (вміст ЗР, обсяги споживання);

– стічних вод міської каналізаційної мережі та очисних споруд (вміст ЗР, обсяги надходження);

– зелених насаджень у містах і селищах міського типу (ступінь пошкодження ентомошкідниками, фітозахворюваннями тощо);

– підтоплення міст і селищ міського типу (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод);

9) Держгеонадра (Державна служба геології та надр)

– підземних вод (ресурси та використання);

– ендогенних[[1]](#footnote-1) та екзогенних[[2]](#footnote-2) процесів (видові і просторові характеристики, активність прояву);

– геофізичних полів (фонові та аномальні визначення);

– геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення природних і техногенних хімічних елементів і сполук);

10) ДКА (Державне космічне агентство)

– стану територій за даними дистанційного зондування Землі (відстеження теплових аномалій, паводкової та повеневої обстановки, льодової обстановки);

– сейсмічної обстановки та інших геофізичних явищ на території України та всієї Земної кулі;

– радіаційної обстановки в пунктах дислокації підрозділів спеціального контролю;

– космічної обстановки в навколоземному просторі (визначення місця падіння космічних апаратів, ракетоносіїв та їх частин).

Суб'єкти системи моніторингу забезпечують вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю, створення банків даних для їх багатоцільового колективного використання за допомогою єдиної комп'ютерної мережі, яка забезпечує автономне і спільне функціонування складових цієї системи та взаємозв'язок з іншими інформаційними системами, які діють в Україні і за кордоном [11].

### 1.2 Організація і функціонування системи моніторингу

Система моніторингу ґрунтується на використанні існуючих організаційних структур суб'єктів моніторингу і функціонує на основі єдиного нормативного, організаційного, методологічного і метрологічного забезпечення, об'єднання складових частин та уніфікованих компонентів цієї системи.

*Організаційна інтеграція* суб'єктів системи моніторингу здійснюється Мінекоенерго, обласними, Київською міською держадміністрацією на основі [17]:

- загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм моніторингу довкілля, що складаються з програм відповідних рівнів, поданих суб'єктами системи моніторингу;

- укладених між усіма суб'єктами системи моніторингу угод про спільну діяльність під час здійснення моніторингу довкілля на відповідному рівні;

- програми державного моніторингу вод;

- програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря.

*Методологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів* системи моніторингу здійснюється на основі:

а) єдиної науково-методичної бази щодо вимірювання параметрів і визначення показників стану довкілля, біоти і джерел антропогенного впливу на них;

б) впровадження уніфікованих методів аналізу і прогнозування властивостей довкілля, комп'ютеризації процесів діяльності та інформаційної комунікації;

в) загальних правил створення і ведення розподілених баз та банків даних і знань, картування і картографування інформації про стан довкілля (екологічної інформації), стандартних технологій з використанням географічних інформаційних систем.

Методологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів системи моніторингу покладається на Мінекоенерго із залученням суб'єктів цієї системи, а також Національної академії наук, Національної академії аграрних наук, ДКА, Державної служби зв'язку та захисту інформації та інших [15].

*Метрологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів* системи моніторингу здійснюється на основі:

1) єдиної науково-технічної політики щодо стандартизації, метрології та сертифікації обладнання засобів вимірювальної техніки;

2) єдиної нормативно-методичної бази, що забезпечує достовірність і порівнянність вимірювань і результатів оброблення інформації про стан довкілля (екологічної інформації) в усіх складових частинах цієї системи.

Суб'єкти системи моніторингу, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування, підприємства, установи і організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності повинні здійснювати:

− розроблення і узгодження з Мінекоенерго, ДСНС планів здійснення заходів з метою спостереження за станом екологічно небезпечних об'єктів, запобігання екологічно небезпечній виробничій, господарській та іншій діяльності;

− захист зареєстрованих у системі моніторингу постів (пунктів, станцій) спостережень за об'єктами довкілля від пошкодження та несанкціонованого перенесення;

− виділення в установленому порядку земельних ділянок під влаштування нових постів спостережень на підставі затверджених програм удосконалення і розвитку складових частин системи моніторингу.

Взаємовідносини суб'єктів системи моніторингу ґрунтуються на:

а) взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

б) координації дій під час планування, організації та проведення спільних заходів з екологічного моніторингу довкілля, виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та ліквідації їх наслідків;

в) ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень за об'єктами довкілля та комп'ютеризації процесів діяльності;

г) сприянні найбільш ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу довкілля та екологічної безпеки;

д) відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність переданої інформації;

ж) колективному використанні інформаційних ресурсів та комунікаційних засобів;

з) безкоштовному інформаційному обміні [17].

### 1.3 Сучасний стан моніторингових спостережень

Багатовідомча система спостережень за станом НПС, яка існує нині в Україні, утруднює отримання і ефективне використання інформації. Організації виконують, в основному, відомчий моніторинг стану природного середовища для вирішення своїх спеціальних завдань, що дуже ускладнює отримання єдиної картини стану забруднення довкілля в цілому. В Україні немає служби, яка б здійснювала комплексний, системний контроль за усіма видами забруднення одночасно з позицій єдиного методологічного підходу, що базувався б на сучасній інформаційній основі. Залишаються невирішеними багато питань уніфікації відомчих нормативно-методичних баз, узгодження спостережень за місцем і часом, через що результати спостережень різних відомств важко порівнювати та узагальнювати. В країні нині немає єдиної державної програми моніторингу навколишнього природного середовища. Спостереження здійснюються суб’єктами екологічного моніторингу за їх відомчими програмами і планами робіт.

Лабораторна база практично всіх суб’єктів моніторингу довкілля не відповідає сучасним вимогам. В основному використовуються трудомісткі методи аналізу, які потребують значних витрат часу, реактивів і часто є шкідливими для здоров’я виконавців. Через недостатнє фінансування лабораторії не можуть придбати прилади, які б дозволили впровадити сучасні ефективні методи аналізу – іонну та газову хроматографію, масспектрометрію тощо. Внаслідок цього не виконується багато досліджень з виявлення негативних змін стану природного середовища, не ведеться контроль його забруднення за багатьма показниками.

Лабораторії усіх відомств потерпають від недостатнього забезпечення реактивами, лабораторним посудом, традиційним лабораторним обладнанням (дистилятори, бідистилятори, термостати, компресори, дозатори тощо), а також транспортом. Практично не впроваджуються передові методи експрес-аналізу, що є особливо важливими при проведенні оперативного контролю стану довкілля. Майже не застосовуються прилади безперервного автоматизованого контролю стану довкілля, які працюють в масштабі реального часу. Через недостатнє фінансування скорочуються штати лабораторій суб’єктів моніторингу, деякі з них взагалі зачиняються.

Комп’ютерні бази та банки даних, що застосовуються в системі моніторингу, мають обмежені функції адміністрування, не передбачають можливості роботи в комп’ютерних мережах, організації колективного доступу до даних, розмежування рівнів доступу за паролем, заходів щодо надійного захисту та збереження інформації, її аналізу та візуалізації тощо. До цього слід додати відсутність єдиних класифікаторів об’єктів моніторингу та показників стану довкілля, що робить існуючі бази даних практично несумісними [13].

Для оперативного відображення (візуалізації) екологічної ситуації та аналізу результатів спостережень майже не використовуються засоби сучасних геоінформаційних систем і технологій. Недостатнім сьогодні є методологічне забезпечення практичного виконання моніторингових робіт, особливо з питань статистичного аналізу результатів вимірювань, комплексної багатофакторної оцінки екологічної ситуації. Як свідчить аналіз сучасного стану державного екологічного моніторингу в Україні, існування багатьох проблем у цій галузі пов’язане із слабким фінансовим та матеріально-технічним забезпеченням.

## 2 МОНІТОРИНГ ЯК СИСТЕМА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ

### 2.1 Забруднення та забруднювачі довкілля

Природні ресурси України поділяються на ресурси загальнодержавного і місцевого значення [14].

До ресурсів *загальнодержавного значення належать:*

* територіальні та внутрішні морські води;
* природні ресурси континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони;
* атмосферне повітря;
* підземні води;
* поверхневі води, що знаходяться або використовуються на території більш як однієї області;
* лісові ресурси державного значення;
* природні ресурси в межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення;
* дикі тварини, що перебувають у стані природної волі, інші об'єкти тваринного світу у межах територіальних і внутрішніх морських вод, водойм, розташованих на території більш ніж однієї області, державних мисливських угідь, лісів державного значення, а також види тварин і рослин, занесені до Червоної книги України;
* корисні копалини, за винятком загальнопоширених.

Законодавством України сюди можуть бути віднесені й інші природні ресурси.

До природних ресурсів *місцевого значення* належать такі, що не віднесені законодавством України до природних ресурсів загальнодержавного значення.

*Забруднення* – це внесення у навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних і біологічних речовин, реагентів або внесення в надлишковій кількості будь-яких вже відомих забруднюючих речовин, які чинять шкідливий вплив на природні екосистеми і людину, яких природа не здатна позбутися шляхом самоочищення.

*Забруднювач* – речовина, фізичний чи інформаційний реагент, біологічний вид, що потрапляє у навколишнє середовище або виникає в ньому у кількостях, які перевищують межі зазвичай фонового вмісту і яких природа не здатна позбутися самоочищенням.

Таким чином, можна зробити висновок, що *забруднення* – це негативне явище (природного або антропогенного походження), яке робить об’єкти навколишнього середовища частково або повністю не придатними для використання їх за цільовим призначенням або перетворює їх на реальну загрозу біосфері, а *забруднювач* – реагент, який породжує забруднення [14].

Наприклад, *забруднення атмосфери* – це зміни газового складу атмосфери в результаті вмісту в ній домішок. Аналіз забруднення повітря є чи не найскладнішим завданням аналітичної хімії, оскільки повітря є рухомою системою, склад якої постійно змінюється, а одна проба може містити десятки і сотні органічних та неорганічних сполук. Крім того, концентрація токсичних речовин в атмосфері може бути мізерно малою – 10-4-10-7% і нижче. Забруднення атмосфери викликає такі глобальні проблеми як потепління клімату (парниковий ефект), кислотні дощі, руйнування озонового шару, опустелювання та інші.

Забруднювачі, що потрапили в атмосферне повітря чи води Світового океану, здатні переміщуватися на значні відстані і можуть опинитися там, де їх раніше не було. Більшість з них хімічно та біологічно активні й здатні взаємодіяти з живою речовиною [2].

При вивченні або описі сучасних процесів в екосистемах або у біосфері в цілому забруднення довкілля класифікуються за [11]:

·- походженням – природні, антропогенні;

·- видом походження – матеріальні, енергетичні;

·- впливом – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;

·- характером – умисні, супутні, аварійні, випадкові;

·- поширенням – локальні, регіональні, глобальні.

В подальшому розглянемо цю класифікацію забруднення детально:

За походженням розрізняють:

·− *природні забруднення* – це ті, що спричинені будь-якими природними явищами без впливу людини (виверження вулканів, повені, селевий потік, вивітрювання ґрунтів, розкладання рослин і тварин тощо);

·− *антропогенні забруднення* викликають несприятливі зміни навколишнього середовища, що цілком або частково спричинені людською діяльністю.

За видом походження бувають:

·− *матеріальні забруднення* – вид забруднення, яке об’єднує механічні, хімічні та частково біологічні;

·− *енергетичні забруднення* – фізичні забруднення з енергетичними властивостями

За впливом існує наступний поділ:

·− *механічні забруднення* – привнесення в екосистему різних чужорідних для неї предметів, відходів, сміття, абіотичних наносів тощо, які порушують її природне функціонування без фізико-хімічних наслідків;

·− *фізичні забруднення* – привнесення в екосистему джерел енергії (тепла, світла, шуму, вібрації, гравітації, електромагнітного, радіоактивного випромінювання тощо), яке проявляється у відхиленні від норми її фізичних властивостей;

·− *хімічне забруднення* – привнесення в екосистему забруднюючих речовин в концентраціях, що перевищують фонові, або чужорідних для неї речовин;

·− *біологічні забруднення* – спричиняють появу в природі (у результаті антропогенної діяльності) нових різновидів живих організмів, підвищення патогенності паразитів та збудників хвороб, а також спровоковане людиною катастрофічне розмноження окремих видів (наприклад, внаслідок необґрунтованої інтродукції, порушень карантину тощо).

За характером впливу розрізняють:

·− *умисні забруднення* – цілеспрямовані антропогенні зміни стану довкілля: протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об’єкти, повітря та ґрунт, знищення лісів, пасовищ, браконьєрство, утворення кар’єрів, недоцільне використання земель, природних вод тощо.

·− *супутні забруднення* – поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети в цілому в результаті антропогенної діяльності (опустелювання, висихання боліт, зникнення малих річок, поява кислотних дощів, парникового ефекту, руйнування озонового шару тощо);

·− *аварійні забруднення* – виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, порушення технологічних процесів на виробництві або пошкодження споруд та устаткування у результаті природних явищ;

·− *випадкові забруднення* – виникають внаслідок аварійних викидів токсичних газів або скидів стічних вод промисловістю, сільським та комунальними господарствами тощо.

За поширенням забруднення класифікують:

− *локальне* – забруднення невеликого району, населеного пункту, транспортної магістралі тощо.

− *регіональне* – забруднення, яке спостерігається в межах значного простору, але не охоплює усю планету.

− *глобальне* – забруднення, яке виявляється в будь-якій точці планети вдалині від його джерела й розповсюджується на величезній території (рис.1).

Класифікувати забруднюючі речовини (забруднювачі) складно через їх велику кількість і різноманітність. Умовно їх можна об’єднати в основні (головні) групи за:

- впливом – механічні, хімічні, фізичні, біологічні;

- часом дії – стійкі, нестійкі, середньої стійкості;

- впливом – прямої та непрямої (опосередкованої) дії;

- характером – первинні, вторинні.

*Механічні забруднювачі* – це різні тверді частинки або предмети (викинуті як непотрібні, відпрацьовані, невикористані) на поверхні Землі, в ґрунтах, воді та в Космосі (пил, уламки космічних апаратів).

*Хімічні забруднювачі* – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні процеси колообігу речовин та енергії.

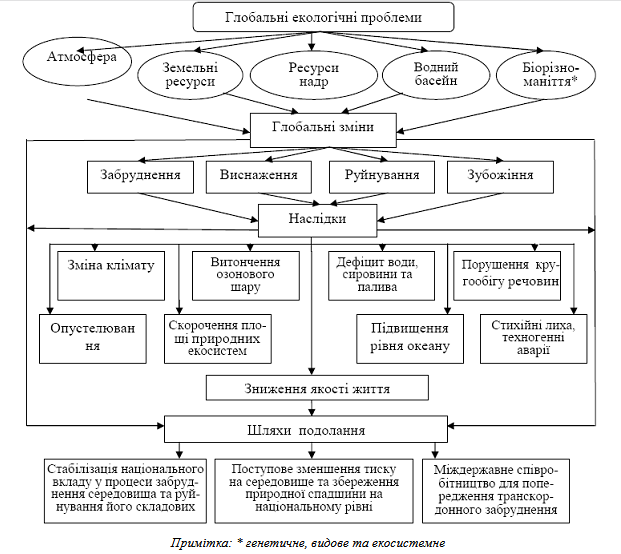


Рисунок 1 – Класифікація глобальних екологічних проблем

*Фізичні забруднювачі* – теплові, електромагнітні, радіаційні, шумові та вібраційні поля.

*Біологічні забруднювачі* – патогенні мікроорганізми, гриби, водорості, організми-збудники хвороб тощо.

*Стійкі забруднювачі* – це такі, які довго зберігаються у природі (пластмаси, поліетилен, деякі метали, скло, радіоактивні речовини з великим періодом напіврозпаду тощо).

*Нестійкі забруднювачі* – це такі, які швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів і процесів.

*Середньої стійкості забруднювачі* – негативний вплив, яких відбувається певний термін часу, а потім зникає.

*Первинні забруднювачі* – утворюються безпосередньо під час природних та техногенних процесів.

*Вторинні забруднювачі* – утворюються під час фізико-хімічних процесів, які відбуваються в навколишньому середовищі. Наприклад, фреони (хімічно-інертні гази біля поверхні Землі) – досягнувши поверхні озонового шару, утворюють іон хлору у результаті фотохімічної реакції під впливом ультрафіолетового випромінювання, спричиняють руйнування озонового шару планети [2].

### 2.2 Антропогенний вплив на довкілля

*Екологічний фактор* – це будь-який елемент середовища, здатний прямо чи опосередковано впливати на живі організми хоча б упродовж однієї з фаз їх індивідуального розвитку.

Антропогенні фактори – різноманітність форм людської діяльності, які змінюють біотичні та абіотичні елементи природи.

До антропогенних факторів належать усі види впливів, створених технікою і безпосередньо людиною, які пригнічують природу, тобто забруднення – внесення в середовище нехарактерних для нього нових фізичних, хімічних чи біологічних речовин або перевищення наявного природного рівня цих речовин:

·- технічні перетворення та руйнування природних систем ландшафтів (у процесі добування природних ресурсів, будівництва тощо);

·- вичерпання природних ресурсів (корисні копалини, вода, повітря та ін.);

·- глобальні кліматичні впливи (зміна клімату у зв’язку з діяльністю людини);

·- естетичні впливи (зміна природних форм, несприятливих для візуального та іншого сприймання).

Фактори антропогенних впливів об’єднані у 7 груп. Дія кожної групи вплив на біосферу оцінюється за чотирма пунктами:

I – зміна властивостей основних елементів біосфери;

II – геофізичні та геохімічні наслідки, ефекти;

ІІІ – екологічні та біологічні наслідки, порушення екосистем;

IV – вплив на здоров’я людини.

Перша група антропогенних факторів: викид у біосферу хімічно та фізично активних речовин – діє на біосферу та людину таким чином:

- викликає зміну стану та властивостей атмосфери;

- спричиняє великомасштабні зміни циркуляції у атмосфері та океані;

- впливає на земні та водні екосистеми, порушує їх стійкість;

- знижує працездатність людей.

Друга група антропогенних факторів: викид у біосферу інертних речовин (аерозольних частинок) – призводить до:

- зміни складу та властивостей вод суші;

- зміни погоди та клімату;

- зміни екосистем океану;

- естетичних збитків, погіршення настрою.

Третя група факторів – пряме нагрівання атмосфери, призводить до:

- зміни складу та властивостей вод Світового океану;

- перерозподілу та зміни небіологічних ресурсів, що відновлюються (водних, кліматичних);

- генетичних ефектів, переродження;

- хвороби, виникнення стресових ситуацій.

Четверта група факторів – фізична дія, яка веде до зміни поверхні суші і рослинного покриву (ерозія, пожежі).

Це насамперед:

- зміна стану біоти й біогеофізичного середовища;

- порушення озонового шару (зміна проходження УФ випромінювання, радіохвиль);

- зникнення існуючих видів, поява нових;

- генетичні зміни.

П’ята група факторів – біологічна дія (розвиток агроценозів), виражається у:

- зміні літосфери;

- зміні прозорості атмосфери, проходженні сонячного випромінювання;

- зменшенні біопродуктивності, зменшенні популяцій, деградації лісів;

- зміні тривалості життя.

Шоста група факторів – знищення ресурсів (невідновних і відновних) призводить до:

- зміни кріосфери;

- ерозії земної поверхні, зміни альбедо земної поверхні;

- деградації ґрунтів;

- зниження темпу приросту населення.

Сьома група факторів – антропогенні упорядковані потоки речовин (транспортні) викликають:

- зміну геофізичних властивостей крупних систем, зміну властивостей суші та ґрунту;

- порушення природних колообігів;

- зміну здатності біосфери до відновлення ресурсів, виснаження невідновних ресурсів;

- зменшення чисельності населення.

Негативний антропогенний вплив (може бути й позитивний) приводить до виникнення кризових екологічних ситуацій [11].

### 2.3 Якість природного середовища

***Якість природного середовища*** – це стан природних і перетворених людиною екосистем, що зберігають їх здатність до постійного обміну речовин та енергії в природних екосистемах.

У екосистемах якість природного середовища забезпечується дією законів розвитку природи, а у перетворених – дотриманням міри відповідності природного навколишнього середовища споживанню живих організмів та екологічним інтересам суспільства.

Найбільш розповсюдженими критеріями оцінки якості складових природного середовища: атмосферного повітря, прісних і морських вод, ґрунтів є гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у названих середовищах.

У відповідності з розробленими значеннями ГДК в оптимальну програму спостережень входять такі забруднюючі речовини:

- в атмосферному повітрі: сульфур діоксид, озон, оксиди нітрогену, карбон діоксид, пил, аерозолі, важкі метали, пестициди, бенз(а)пирен;

- в атмосферних опадах: важкі метали, ДДТ, Нітроген (загальний вміст), Фосфор (загальний вміст), а також аніони та катіони (сульфати, нітрати, хлориди, іони амонію, кальцію та ін.), бенз(а)пирен;

- у поверхневих водах: важкі метали, пестициди, рН, бенз(а)пирен, мінералізація, Нітроген (загальний вміст), Фосфор (загальний вміст), нафтопродукти, феноли;

- у ґрунтах: важкі метали, пестициди, бенз(а)пирен, Нітроген (загальний вміст), Фосфор (загальний вміст);

- у біоті: важкі метали, пестициди, бенз(а)пирен, Нітроген і Фосфор (загальний вміст).

Одночасно проводяться спостереження за гідрометеорологічними та геофізичними параметрами, знання яких необхідне для інтерпретації даних про забруднення природних середовищ, а також для оцінки біогеологічних циклів і циркуляції забруднюючих речовин [18].

### 3 КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ

При розгляді основних екологічних факторів і процесів запропонована класифікація факторів дії, стану і процесів, за якими встановлюються спостереження в межах системи моніторингу. Всі спостереження згруповані в розділи [18].

**Розділ А**. Спостереження за локальними джерелами забруднення та факторами дії.

**Розділ Б**. Спостереження за станом навколишнього природного середовища.

**Розділ В**. Спостереження за станом біотичної складової біосфери.

**Розділ Г**. Спостереження за реакцією великих систем.

**Розділ Д.** Спостереження за станом здоров’я та добробуту населення.

Спостереження за локальними джерелами впливів і забруднень та за факторами впливів виділені у спеціальний розділ (**розділ А**). Такі джерела можуть бути природними (виверження вулканів) і антропогенними (викиди промислових підприємств; сільськогосподарські джерела – тваринницькі ферми і поля після внесення хімічних добрив та засобів для боротьби зі шкідниками рослин; повітряний, водний та наземний транспорт тощо).

|  |  |
| --- | --- |
| Розділ спостережень | Класифікація |
| **А.** Локальні джерела та фактори впливу | А.1. Джерела забруднень і впливів |
| А.2. Фактори впливу (забруднюючі речовини, випромінювання і т. і.) |

Спостереженням за факторами впливів (головним чином, антропогенних) потрібно приділити найбільшу увагу. Важко проаналізувати стан середовища і виявити причини змін у ньому без досконалого вивчення факторів впливу – різноманітних забруднюючих речовин, випромінювань тощо. Спостереження за факторами впливів внесені також у розділ спостережень за станом середовища (**розділ Б**), оскільки в деяких випадках вони досить повно характеризують стан середовища (наприклад, за геохімічними даними).

Спостереження за раптовими джерелами різноманітних впливів (сонячні спалахи, сонячні та галактичні потоки корпускул), які потрібно враховувати при оцінюванні та прогнозуванні стану природного середовища, ведуться геліофізичною та астрономічною службами.

|  |  |
| --- | --- |
| Розділ спостережень | Класифікація |
| **Б.** Стан навколишнього природного середовища | Б.1. Стан середовища, який характеризується фізичними та фізико-географічними даними.  *Геофізичні спостереження* – спостереження за природними явищами катастрофічного характеру (вулкани, землетруси, ерозія, цунамі). |
| Б.2. Стан навколишнього середовища, який характери-зується геохімічними даними про склад та характер забруднень.  *Геохімічні спостереження* – спостереження за обігом речовин, за складом нехарактерних для біосфери домішок, за шумовим і тепловим забрудненням біосфери.  *Хімічні спостереження* – це спостереження за хімічним складом атмосферних домішок природного й антропогенного походження, опадів, поверхневих і підземних вод, ґрунту, рослин та спостереження за основними шляхами розповсюдження забруднювачів. |

**Розділ Б** містить також спостереження за станом і змінами середовища за геофізичними даними, що їх одержують шляхом послідовних і безперервних змін відповідних параметрів, які характеризують миттєвий стан середовища. Такі спостереження вже проводяться рядом геофізичних служб. Спостереження за стихійними природними явищами катастрофічного характеру (вулкани, землетруси, цунамі, посухи, повені, ерозія ґрунтів, снігові лавини, урагани та ін.), в основному, знаходяться у компетенції вказаних служб.

Фізико-географічні дані, включаючи дані про розподіл суші та води, рельєф поверхні земної кулі, природні ресурси (мінеральні, земельні, рослинні, водні, ресурси фауни), народонаселення, урбанізацію тощо, також надають важливу інформацію про стан природного навколишнього середовища.

В цей же розділ включені спостереження за станом середовища і змінами цього стану, які характеризуються геохімічними даними, тобто спостереження за кругообігом речовин у природі; за складом сторонніх домішок у біосфері (у тому ж числі радіоактивних речовин); за різноманітними специфічними фізичними характеристиками середовища, включаючи спостереження за шумовим, тепловим забрудненнями (поняття забруднень в останніх випадках є умовними, але загальноприйнятими) і різноманітними випромінюваннями (іонізуючими і неіонізуючими).

До розділу Б відносять також спостереження за хімічним складом (природного і антропогенного походження) атмосфери, опадів, поверхневих і підземних вод, вод океанів та морів, ґрунтів, відкладень дна, рослинності, тварин, а також спостереження за основними шляхами розповсюдження забруднень. Саме ці спостереження найчастіше відносять до першоступеневих за важливістю в системі моніторингу.

**Розділ В** включає спостереження за реакцією біоти (живої складової біосфери) на різноманітні фактори впливів і змін станів навколишнього середовища. До цих спостережень належать спостереження за відгуком (оборотні зміни) і наслідками (необоротні зміни) в біоті. Можливі спостереження за функціональними та структурними біологічними ознаками.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ спостережень | Класифікація | |
| **В.** Стан біотичної складової біосфери | В.1. Реакція біоти – відгуки та наслідки: | |
|  | а) в окремого організму; |
|  | б) у популяції, |
|  | в) в угрупуваннях та екосистемі. |
| В.2. Функціональні й структурні біологічні ознаки.  *До функціональних ознак* відносять приріст біомаси за годину, швидкість поглинання різних речовин рослинами чи тваринами.  *До* *структурних змін* відносять чисельність видів рослин і тварин, загальну біомасу. | |

До функціональних ознак можна віднести, наприклад, приріст біомаси за одиницю часу, швидкість поглинання різноманітних речовин рослинами і тваринами; до структурних – чисельність видів рослин і тварин, загальну біомасу. Ці спостереження повинні бути організовані на різних рівнях – окремого виду і популяції, угрупування і екосистеми.

**Розділ Г** – спостереження за реакцією великих систем (погоди, клімату) і біосфери в цілому – включає всю систему спостережень, перерахованих у розділах Б і В, спостережень за станом кліматичної системи і вимагає спеціальних узагальнень і оцінок.

|  |  |
| --- | --- |
| Розділ спостережень | Класифікація |
| **Г.** Реакція великих систем і біосфери в цілому | Г.1. Реакція великих систем (погоди, клімату, Світового океану) |
| Г.2. Реакція біосфери в цілому |

При вивченні антропогенного впливу на біосферу потрібно визначити глобальний фоновий стан біосфери у теперішній час в місцях, віддалених від локальних джерел впливу (джерел забруднення), і локальний фоновий стан, характерний для кожного регіону.

Для оцінювання стану навколишнього природного середовища, з урахуванням змін антропогенного характеру, необхідно вміти, з одного боку, визначати можливі збитки від природного та антропогенного впливу, а з іншого – вміти впізнавати додаткові природні можливості самовідновлення для використання їх в інтересах людини. Для цього потрібно знати величину гранично допустимих навантажень (ГДН) на середовище та екологічний резерв даної екосистеми.

**Розділ Д** є не менш важливим, ніж інші. Через велику складність і малу дослідженість впливу довкілля на людину, повне комплексне обстеження є задачею дуже складною і досі не вирішеною в повному обсязі.

|  |  |
| --- | --- |
| Розділ спостережень | Класифікація |
| **Д.** Стан здоров’я та добробуту населення | Д.1. Вплив стану довкілля на захворюваність і здоров’я населення. |
| Д.2. Вплив змін стану довкілля на добробут населення |

Таким чином, задача екологічного моніторингу полягає у виявленні в екосистемах змін антропогенного характеру (на фоні природних флуктуацій). Вирішити цю задачу можна різними методами, зокрема шляхом безпосередніх вимірювань окремих характеристик забруднень біоти та її реакцій на ці забруднення, а також за допомогою неперервних вимірювань інтегральних показників на значних територіях [18].

Система спостережень може бути побудована на основі точкових замірів (на станціях) або на основі площадкових зйомок й отриманні інтегральних показників. Можливо й доцільно застосовувати комбіноване використання цих принципів. Важлива роль при організації спостережень повинна бути відведена, також, використанню авіаційних і супутникових засобів і методів.

При аналізі результатів важливо виділити зміни стану середовища, реакцію біоти на ті зміни, які виникають внаслідок антропогенного впливу. Для цього важливо знати початковий стан середовища, стан до суттєвого втручання людини.

Цей початковий стан можливо частково відновити за результатами спостережень, які проводились тривалий час, а також за даними аналізу складу донних відкладень, льодовикових шарів, кілець деревини, що належать до періоду, який був до початку помітного впливу людини на навколишнє середовище.

### 3.1 Фактори, індикатори та показники, які досліджуються в системі моніторингу довкілля

При здійсненні моніторингу стану біосфери необхідно організувати досить представницьку мережу спостережень (вимірювань) за найбільш важливими факторами впливу і показниками стану навколишнього природного середовища. В залежності від конкретної задачі моніторингу ці фактори і показники можуть бути різними [18].

При визначенні індикаторів та показників слід шукати компроміс між достовірністю і доступністю інформації. При цьому втрати інформації мають бути мінімальними, а сам показник повинен забезпечувати:

1) інформативність, реальність і можливість практичної реалізації;

2) спрощення інформації таким чином, щоб допомогти уповноваженим особам приймати обґрунтовані рішення, а громадськості – зрозуміти проблему.

Показники розробляють для:

- допомоги у розробці оптимальної екологічної політики;

- порівняння країн та регіонів;

- формування розуміння проблеми; вивчення взаємозв’язку з діяльністю промисловості, причинно-наслідкових зв’язків та синергізму.

Таким чином, критерії вибору показників повинні враховувати і їх політичне значення. В Європейській агенції з навколишнього середовища (ЄАНС; англ. – EEA) виділяють п’ять типів інтегральних показників.

*Описові показники (A).* Наприклад, частка органічного землеробства на всіх сільгоспугіддях, %.

*Показники виконання (B)* – показники, що характеризують хід виконання намічених цілей (викиди парникових газів).

*Показники ефективності (C) –* показники, що характеризують екологічну ефективність, наприклад, рівень викидів на одиницю ВВП.

*Показники політичної ефективності (D) –* показники, що характеризують зв’язок змін навколишнього середовища з політичними заходами (реагування).

*Сумарні показники добробуту (E) –* показники, що характеризують розвиток суспільства, наприклад, показники сталого розвитку. Виходячи з основних задач системи моніторингу довкілля, необхідно, насамперед знаходити фактори, які призводять до найбільш серйозних, довгострокових змін у навколишньому середовищі (і джерела таких збурень), а також виявляти елементи біосфери, найбільш чутливі до таких збурень, або критичні ключові елементи, пошкодження яких може призводити до гибелі екосистем.

На першій нараді з моніторингу в Найробі (1974 р.) було розроблено метод, вибрано критерії та визначено пріоритетність різних забруднювальних речовин (табл. 2). Знайдені пріоритети було розбито на вісім класів (чим вище клас, тобто менше його порядковий номер, тим вище пріоритет) з визначенням середовища і типу програми вимірювань («І» — імпактний, «Р» — регіональний, «Б» — базовий і «Г» — глобальний).

Таблиця 2– Класифікація пріоритетних забруднювачів за класами пріоритетності

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Клас** | **Забруднювальна речовина** | **Середовище** | **Тип програми** |
| 1 | Діоксид сірки, завислі частинки | Повітря | І, Р, Б |
|  | Радіонукліди (90Sr + 137Cs) | Їжа | І, Р |
| 2 | Озон | − тропосфера | І, Б |
|  |  | − стратосфера |  |
|  | ДДТ та інші хлорорганічні сполуки | Біота | І, Р |
|  | Кадмій та його сполуки | Їжа, вода | І |
| 3 | Нітрати, нітрити | Питна вода, їжа | І |
|  | Оксиди азоту | Повітря | І |
| 4 | Ртуть та її сполуки | Їжа, вода | І, Р |
|  | Свинець | Повітря, їжа | І |
|  | Діоксид вуглецю | Повітря | Б |
| 5 | Оксид вуглецю | Повітря | І |
|  | Нафтовуглеводні | Морська вода | Р, Б |
| 6 | Фториди | Свіжа вода | І |
| 7 | Азбест | Повітря | І |
|  | Арсен (миш’як) | Питна вода | І |
| 8 | Мікротоксини | Їжа | І, Р |
|  | Мікробіологічні зараження | Їжа | І, Р |
|  | Реакційноспроможні забруднення | Повітря | І |

При спостереженні за ***територіями*** найвищий пріоритет мають міста та зони, з яких беруть питну воду. Серед ***середовищ*** вищий пріоритет мають атмосферне повітря та вода прісних водойм (особливо малопротічних). Для ***повітря*** найважливішими інгредієнтами є пил, оксиди сірки, вуглецю та азоту, важкі метали, бенз(а)пірен та пестициди. Для ***води*** – біогенні продукти, феноли та нафтопродукти. Серед ***джерел забруднень*** найвищий пріоритет мають автомобільний транспорт, ТЕС, підприємства кольорової металургії тощо [18].

Моніторинг охоплює спостереження за джерелами і факторами антропогенного впливу – хімічними, фізичними (випромінювання, механічні дії) та біологічними, а також за ефектами, які викликають різні дії у навколишньому середовищі, в першу чергу за реакцією біологічних систем. Особливо поширеними вважаються *інтегральні* показники стану природних систем.

***Інтегральними показниками***, які характеризують зміни в екологічній рівновазі, вважають такі [21]:

а) збалансованість біологічної продуктивності (відношення первинної біологічної продуктивності до вторинної);

б) швидкість утворення біологічної продукції (відношення біопродук-тивності до загальної біомаси);

в) інтенсивність кругообігу біогенних речовин.

При організації спостережень за зміною стану екосистем необхідно, в першу чергу, приділяти увагу можливим порушенням і перебудовам в умовах ведення лісового господарства, землеробства та тваринництва.

Для здійснення моніторингу антропогенних змін природного середовища необхідно визначити найбільш представницькі види ознак і відгуків в екосистемі. Для цього необхідно вивчити характер відгуків елементів біосфери на збурення як за допомогою натурних, так і лабораторних експериментів, математичного моделювання та аналізу результатів польових спостережень.

Основні правила підбору показників для контролю за станом біологічних систем [21]:

а) необхідно відбирати показники, що їх відносять тільки до процесів з гомеостатичними механізмами;

б) необхідно надавати перевагу показникам, які характеризують неспецифічний відгук на забруднюючий фактор;

в) необхідно надавати перевагу інтегральним показникам.

Вважається, що наявність норми за одними показниками і патологій за іншими, а також їх співвідношення можуть однозначно визначити «хворобу» біологічної системи. Оцінювання ефекту від шкідливого збурення можна звести до підбору єдиного показника стану екосистеми, який об’єднує окремі відгуки системи так званою *функцією бажаності.*

## 3.2 Класифікація систем моніторингу

Залежно *від призначення* здійснюється моніторинг [18]:

а) загальний (стандартний);

б) оперативний (кризовий);

в) фоновий (науковий).

***Загальний (стандартний) моніторинг*** – це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на підставі оцінки і прогнозу стану довкілля регулярно розробляти управлінські рішення на всіх рівнях.

***Оперативний (кризовий) моніторинг*** – це вивчення спеціальних показників на цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної ситуації, а також у районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками для забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їхньої ліквідації, створення безпечних умов для населення.

***Фоновий (науковий) моніторинг*** – це спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими довкілля, а також за характером, складом, кругообігом і міграцією забруднюючих речовин, за реакцією організмів на забруднення, як на рівні окремих популяцій чи екосистем, так і біосфери в цілому. Його проводять на базових станціях у природних і біосферних заповідниках, а також на інших природоохоронних територіях.

Екологічний моніторинг залежно від *територіального рівня* здійснюється на чотирьох рівнях:

а) локальний;

б) регіональний;

в) державний (національний);

г) глобальний.

***Локальний моніторинг*** здійснюється на території окремих об’єктів (підприємств), міст, ділянках ландшафтів, зон, розміри яких не перевищують десятків квадратних кілометрів. Якщо об'єктами спостереження є локальні джерела підвищеної небезпеки, наприклад, території поблизу місць поховання радіоактивних відходів, хімічні заводи тощо, то такий моніторингназивається *імпактним* (*локальний імпактний*).

У межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів здійснюється ***регіональний моніторинг***. Масштаб спостереження збільшується до тисяч квадратних кілометрів (103–106).

***Державним моніторингом*** називають систему моніторингу в межах однієї країни – така система відрізняється від глобального моніторингу не тільки масштабами, але й тим, що основним завданням національного моніторингу є одержання інформації та оцінки стану навколишнього середовища в національних інтересах. Так, підвищення рівня забруднення атмосфери в окремих містах чи промислових районах (на певному часовому інтервалі) може і не мати суттєвого значення для зміни стану біосфери в глобальному масштабі, але може бути надзвичайно важливим для прийняття певних рішень і виконання заходів у даному регіоні, тобто на національному рівні.

Спостереження за загальносвітовими процесами і явищами в біосфері Землі та в її екосфері є предметом ***глобального моніторингу***.

Є чимало інших підходів до класифікації систем моніторингу за різними критеріями (табл. 3).

Залежно від поставленої мети потрібно здійснювати моніторинг компонентів біосфери (атмосфери, гідросфери, літосфери), біологічний, екологічний моніторинги, моніторинг за факторами впливу, моніторинг джерел забруднення і т.д.

Джерела впливу бувають точкові стаціонарні (заводські труби), точкові руху (транспорт), лінійні або площинні (стоки із сільськогосподарських полів, розсіювання добрив).

Таблиця 3– Узагальнена схема класифікації систем моніторингу

|  |  |
| --- | --- |
| Принцип класифікації | Існуючі або перспективні системи моніторингу |
| За універсальністю системи | Глобальний, включаючи фоновий та палеомоніторинг,  національний,  «міжнародний» (моніторинг трансграничного переносу ЗР),  регіональний |
| За реакцією основних складових біосфери | Геофізичний моніторинг,  біологічний моніторинг (в тому числі генетичний), екологічний моніторинг (включаючи геофізичний і біологічний) |
| За основними складовими біосфери | Моніторинг антропогенних змін в  – атмосфері,  – гідросфері  – літосфері |
| За джерелами впливу | Моніторинг джерел забруднень,  інгредієнтний моніторинг (окремих забруднювальних речовин, радіоактивних випромінювань, шумів тощо) |
| За факторами впливу | Біотичний,  абіотичний |
| За рівнем гостроти та глобальності | Моніторинг океану,  клімату Землі,  моніторинг озоносфери |
| За методами спостережень | Аерокосмічний моніторинг (дистанційні методи), моніторинг за фізичними, хімічними та біологічними показниками |
| За системністю підходу | Медико-біологічний або санітарно-гігієнічний (стану здоров’я населення),  біоекологічний,  кліматичний.  Варіанти: біо-, геоекологічний, біосферний, природно- господарський та ін. |

*Моніторинг факторів вплив*у – це моніторинг різних забруднювачів.

При *хімічном*у моніторингу спостерігають дію токсичних речовин та радіоактивних ізотопів.

При *фізичному* моніторингу спостерігають фізичні параметри складових біосфери.

*Біологічний* моніторинг – контроль стану навколишнього природного середовища за допомогою живих організмів (біоіндикація).

*Санітарно-гігієнічний* моніторинг відслідковує стан здоров’я людей під впливом навколишнього середовища.

*Генетичний* моніторинг – відслідковує можливі зміни спадкових ознак у різних популяцій.

*Екологічний моніторинг –* це система спостережень, оцінювання і прогнозування змін стану навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової на фоні природних процесів, спостереження за станом абіотичної складової біосфери під антропогенним впливом. Ці три складові – спостереження, оцінювання, прогнозування – становлять основу майже будь-якого визначення моніторингу.

Екологічний моніторинг, залежно від рівня системи, поділяється на біоекологічний, геосистемний і біосферний (організм, популяція, геосистема, біосфера).

Найбільш універсальним підходом до формування систем моніторингу є організація глобальної системи моніторингу з одночасним вирішенням всіх задач, які виникають при цьому. Тут необхідно виділити моніторинг антропогенних забруднень та моніторинг антропогенних збурень і змін, не пов’язаних із забрудненнями [18].

## 4 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРИ

### 4.1 Задачі моніторингу забруднення атмосферного повітря

Завдання державної та відомчої служби контролю за забрудненням повітряного басейну полягає в слідкуванні за зміною якісного стану повітря з метою своєчасного виявлення випадків потрапляння в атмосферу забруднюючих речовин, джерел їх надходження і своєчасного оперативного попередження підприємств для вжиття заходів щодо регулювання або скорочення викидів. Система спостережень повинна бути здатною забезпечити зацікавлені організації достатньо повною інформацією. Остання необхідна для вивчення особливостей забруднення повітря в районах великих промислових об'єктів, території міста, а також для оцінки змін рівнів за тривалий період, щоб на підставі таких даних можна було б оцінити ефективність заходів, направлених на зниження викидів і здійснити прогнозну оцінку ситуації [20].

На основі такої режимної інформації мають вирішуватись наступні завдання:

1) оцінка екологічного стану повітряного басейну;

2) вивчення впливу стану повітряного басейну на захворюваність населення;

3) виявлення випадків та причин перевищення фонових рівнів забруднення;

4) оцінка масштабів збитку, заподіяного навколишньому середовищу та народному господарству, забрудненням;

5) планування розміщення промислових виробництв та вибір районів перспективної забудови;

6) визначення санітарно-захисних зон;

7) оцінка фонових рівнів забруднення на локальному та регіо­нальному рівнях;

8) виявлення випадків транскордонного перенесення забруднюючих речовин;

9) прогноз можливих змін забруднення внаслідок природних процесів і техногенної діяльності.

Успішне вирішення таких завдань у великій мірі залежить від структури моніторингової мережі, програми та методів досліджень. У зв'язку з цим потребують визначення оптимальних часових і просторових параметрів сітки спостережень, оптимальної кількості постів у містах [20].

### 4.2 Організація робіт щодо збору інформації

Для оцінки ступеню забруднення атмосфери необхідно мати цілий ряд якісних та кількісних показників. Рівень забруднення повітря оцінюють за максимальним разовими або середньодобовими концентраціями шкідливих речовин. Максимальні разові величини відображають короткостроковий вплив забруднювачів, середньодобові — хронічну їх дію [27]. Для контролю за забрудненням атмосферного повітря середньодобові проби відбирають в основному на стаціонарних постах, а разові - під факелами промислових підприємств. Результати досліджень на стаціонарних постах дають можливість охарактеризувати дифузне забруднення атмосфери, а під факелом - дальність розповсюдження забруднення атмосферного повітря та виявити максимальне забруднення від підприємства.

З метою правильного розміщення стаціонарних постів, які дозволяють більш повніше охарактеризувати стан повітряного середовища у різних районах міста, попередньо необхідно зробити наступне:

а) провести облік джерел забруднення атмосферного повітря в населеному пункті;

б) вивчити технологію виробництва за регламентом і виявити там джерела забруднення атмосфери;

в) ознайомитися із плануванням та генеральним планом розвитку міста, розміщенням на його території промислових підприємств, жилих кварталів, магістралей, більш інтенсивного руху транспорту, розміщення зелених насаджень та водних басейнів;

г) територію міста умовно розділити на зони, які враховують віддаленість жилих кварталів від джерел забруднення;

д) у кожній зоні провести опитування населення про те, в якій мірі підприємства або їх група, розташованих поблизу, впливають на санітарно-побутові умови життя і самопочуття населення. Дані подаються в анкеті і таблицях.

ж) намітити перелік речовин, які підлягають визначенню в атмосфері, вибрати методи їх аналізу, підібрати апаратуру;

з) ознайомитись із розою вітрів та метеорологічними особливостями населеного пункту чи місцевості.

Обробляючи результати спостережень, необхідно встановити максимальне забруднення повітря за різними його інгредієнтами, за якими велися спостереження за добу, місяць, сезон, рік. Слід обрахувати середню арифметичну величину з концентрацій, отриманих на певному пості за місяць, сезон, рік, відсоток проб за добу, місяць, сезон, рік, які перевищують ГДК (максимально разову та середньодобову) і в скільки разів. Потрібно визначити залежність концентрацій від технології, режиму роботи очисних споруд і метеорологічних факторів [26].

З метою визначення просторового характеру поширення викидів від того, чи іншого підприємства, вивчають технологію виробництва та виявляють джерела забруднення атмосфери. Також досліджують місцевість, яка оточує підприємство, по карті та в натурі; вивчають її кліматичні умови та розу вітрів, намічають перелік речовин для досліджень, методи досліджень, проби відбирають маршрутним методом на відстані 100, 500, 1000, 2000 м від джерела забруднення обов'язково під факелом (з підвітряної сторони по відношенню до підприємства).

Радіус дослідження обмежують такою відстанню від джерела забруднення, на якому речовини, що викидаються в повітря, вже не визначаються. Одночасно з навітряної сторони відбирають контрольні проби. Такі дослідження проводять у всі пори року.

Пости спостережень, їх розміщення та кількість. Спостереження за рівнем забруднення атмосфери здійснюється за допомогою постів, які можуть розміщуватись в павільйоні або на автомобілі із відповідним обладнанням. Встановлюються три категорії постів спостереження за забрудненням атмосфери - стаціонарні, маршрутні, пересувні (підфакельні).

Стаціонарний пост призначений для забезпечення безперервної реєстрації вмісту забруднюючих речовин, чи регулярного відбору проб повітря для подальшого його аналізу. З числа стаціонарних постів виділяються опорні стаціонарні пости, які призначені для виявлення довгострокових змін вмісту основних і найбільш поширених забруднюючих речовин.

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря у фіксованій точці місцевості при спостереженнях, які проводяться за допомогою пересувного обладнання.

Пересувний (підфакельний) пост призначений для відбору проб під димовим (газовим) факелом з метою виявлення зони впливу даного джерела. Підфакельне спостереження здійснюється за допомогою лабораторій, обладнаних на транспортних засобах. Цей вид постів розміщується у визначених, фіксованих точках від джерела забруднення. У відповідності із зміною напрямку факелу місця розміщення підфакельних постів можуть змінюватися. Підфакельні пости розміщують із врахуванням очікуваних найбільших концентрацій на віддалях 0,5; 1; 2; 3; 10 км від межі санітарно-захисної зони або джерела забруднення із підвітряної сторони від нього. Напрямок факелу визначається візуальними спостереженнями за обрисами хмар, диму або за напрямком вітру.

Кожний пост, незалежно від категорії, розміщується на відкритій площадці, яка провітрюється з усіх сторін з покриттям, що не пилить (асфальті, твердому ґрунті, газоні) таким чином, щоб був відсутній вплив насаджень та приміщень. Стаціонарні і маршрутні пости розташовуються в місцях, вибраних на основі попереднього дослідження забруднення повітряного середовища промисловими викидами, автотранспортом, побутовими та іншими джерелами та умов розсіювання. Ці пости розміщуються в центральній частині населеного пункту, житлових районах з різноманітним типом забудови (в першу чергу найбільш забруднених), зонах відпочинку, на територіях поблизу магістралей з інтенсивним рухом транспорту. Розміщення стаціонарних постів погоджується із місцевими органами щодо контролю за природним середовищем та санітарно-епідеміологічною службою. Опорні пункти не підлягають переносу без попереднього погодження із цими ж ознаками.

В районах зосередження великих джерел забруднення, або великого підприємства досить часто виникає необхідність виявлення місць максимальної концентрації забруднюючих речовин. З цією метою місця відбору проб розміщують за концентричними колами, в центрі яких знаходиться джерело забруднення, в точках перетину з радіальними лініями, що вказують на сторони світу, а у випадку необхідності із радіальними лініями, які вказують напрям проміжних сторін світу. Основне коло повинне мати радіус, що приблизно дорівнює 20 висотам джерела забруднення. Радіус найменшого кола повинен дорівнювати 0,5 радіусу основного кола, а радіус найбільшого кола - 1,5 радіусу основного кола. За несприятливих метеорологічних умов радіус основного кола визначають за радіусом ізоліній максимальної концентрації забруднюючих речовин.

При підфакельних спостереженнях відбір проб повітря може здійснюватись за напрямком вітру в точках перетину осі факелу і концентричних кіл. На кожному колі по обидві сторони осі факелу на відстанях, що дорівнюють 1/25 радіусу кола, встановлюють ще по два пункти спостережень.

Кількість стаціонарних і маршрутних постів та їх розміщення в населених пунктах визначається з врахуванням чисельності населення, площі населеного пункту, рельєфу місцевості, розвитку промисловості, мережі автомагістралей, зосередження місць відпочинку та курортних зон. Їх кількість, залежно від чисельності населення міста, встановлюються не менше як:

- 1 пост — 50 тис. жителів;

- 2 пости — 100 тис. жителів;

- 2-3 пости — 100-200 тис. жителів;

- 3-5 постів — 200-300 тис. жителів;

- 5-10 постів — більше 500 тис. жителів;

- 10-20 постів — більше 1 млн. жителів.

У випадку, коли населений пункт має велику кількість джерел та надто складний рельєф, то один стаціонарний або маршрутний пост розміщують через кожні 0,5-5 км (один пост на площу від 5 до 10 км2).

Програма та терміни спостережень. На стаціонарних постах встановлюють повну, неповну та скорочену програми спостережень. Повна програма спостережень призначена для отримання інформації про разові та середньодобові концентрації забруднюючих речовин. Спостереження за повною програмою здійснюються щоденно шляхом безперервної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв чи дискретно через рівні проміжки часу не менше чотирьох разів з обов'язковим відбором о 1-й, 7-й, 13-й, 19-й годині за місцевим часом. Допускається проводити спостереження за змінним графіком о 7-й, 10-й й 13-й годині у вівторок, четвер і суботу, а також о 16-й, 19-й і 22-й годині у понеділок, середу та п'ятницю.

За неповною програмою спостереження проводяться з метою отримання інформації про разові концентрації щоденно о 7-й, 13- й і 19-й годині. За скороченою програмою спостереження проводяться для отримання інформації про разові концентрації щоденно о 7-й та 13-й годині за місцевим часом. За скороченою програмою допускається проводити спостереження в місцях, де середньомісячні концентрації забруднюючих речовин нижче 1/20 разової ГДК, або менше нижнього граничного діапазону вимірювання домішки методом, що використовується.

На опорних стаціонарних постах проводяться спостереження за вмістом пилу, сірчистого газу, оксиду карбону(ІІ), діоксиду азоту (основні забруднюючі речовини) та за специфічними речовинами, які характерні для промислових викидів конкретного населеного пункту. На цих постах здійснюють спостереження за специфічними забруднюючими речовинами. Спостереження за основними забруднюючими речовинами допускається проводити за скороченою програмою та не проводити їх, якщо середньомісячні концентрації цих речовин впродовж року не перевищують 0,5 середньодобової ГДК.

На маршрутних постах контролюються основні та специфічні забруднюючі речовини.

На пересувних постах проводяться спостереження за специфічними забруднюючими речовинами, що характерні для викидів конкретного підприємства. Використовують наступні режими відбору проб:

1) разовий, тривалістю 20-30 хв.;

2) дискретний, при якому в один поглинаючий прилад або фільтр через рівні проміжки часу впродовж доби відбирають декілька разових проб;

3) добовий (безперервний), за якого в один поглинаючий прилад або фільтр здійснюється відбір проб впродовж доби безперервно.

Одночасно з відбором проб повітря визначають метеорологічні параметри: напрямок та швидкість вітру, температуру повітря, опади, стан погоди. Відбір проб для визначення приземної концентрації домішок в атмосфері здійснюють на висоті від 1,5 до 3,5 м від поверхні землі [26].

### 4.3 Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря

Постанова КМУ від 14.08.2019 № 827 (редакція від 24.12.2019) «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» набрала чинності 05.09.2019. Отже через рік, з 05.09.2020 згідно постанови набрав чинності пункт 1, що визначає механізм організації та здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, взаємодії центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування у процесі здійснення такого моніторингу і забезпечення зазначених органів інформацією для прийняття рішень, пов’язаних із станом атмосферного повітря, та інформування населення про такий стан [24].

#### 4.3.1 Основні терміни та їх значення

**Агломерація** — територія з населенням понад 250 тис. осіб, визначена для цілей моніторингу та управління якістю атмосферного повітря.

**Зона** — частина території держави, визначена для цілей моніторингу та управління якістю атмосферного повітря

**Пункт спостережень за забрудненням атмосферного повітря** — комплекс, що включає фіксовану ділянку з встановленими засобами вимірювальної техніки та обладнанням, яке забезпечує автоматичну реєстрацію рівня забруднюючих речовин та метеорологічних параметрів або регулярний відбір проб атмосферного повітря для їх подальшого аналізу [24].

Фіксовані вимірювання — вимірювання, які проводяться на фіксованих пунктах спостережень за забрудненням атмосферного повітря на постійній основі або шляхом випадкової вибірки, для визначення рівнів забруднюючих речовин.

Рівень забруднюючої речовини — концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі чи осадах у визначений час.

Гранична величина — рівень забруднюючої речовини, встановлений з метою уникнення, попередження чи зменшення шкідливих впливів на здоров’я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому.

Критичний рівень — рівень забруднюючої речовини, у разі перевищення якого можуть виникати прямі несприятливі впливи на деякі об’єкти навколишнього природного середовища (дерева, інші рослини чи природні екосистеми, але не на людину).

Інформаційний поріг — рівень забруднюючої речовини, перевищення якого пов’язане з ризиком для здоров’я людини від короткочасного впливу на вразливі групи населення. Про інформаційний поріг забезпечується негайне інформування населення.

Поріг небезпеки — рівень забруднюючої речовини, перевищення якого пов’язане з ризиком для здоров’я людини від короткочасного впливу. У разі перевищення порогу небезпеки органи управління якістю атмосферного повітря повинні вживати заходів, що можуть бути здійснені в короткі строки для зменшення ризику чи тривалості такого перевищення на території їх управління.

Цільовий показник — рівень забруднюючої речовини, встановлений з метою уникнення, попередження чи зниження рівня шкідливих впливів на здоров’я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому, який за можливістю повинен бути досягнутий за визначений період часу.

«Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» визначає, в якому значенні вживаються терміни:

– оцінювання;

– верхній поріг оцінювання;

– нижній поріг оцінювання;

– довгострокова ціль;

– індикативні вимірювання;

– лабораторія спостереження за станом атмосферного повітря;

– орган управління якістю атмосферного повітря;

Моніторинг атмосферного повітря здійснюється за показниками якості:

а) атмосферного повітря;

б) атмосферних опадів.

#### 4.3.2 Суб’єкти моніторингу атмосферного повітря

Суб’єктами моніторингу атмосферного повітря є Мінекоенерго, МОЗ, ДСНС, ДАЗВ, обласні, Київська міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад [24].

Мінекоенерго (Міністерство енергетики та захисту довкілля):

– здійснює загальну організацію та координацію суб’єктів моніторингу атмосферного повітря;

МОЗ (Міністерство охорони здоров’я):

1) встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднюючих речовин, визначених у списку А;

2) визначає можливі впливи забруднення атмосферного повітря на здоров’я та життєдіяльність населення на основі спостережень за рівнями забруднюючих речовин та результатів моніторингу атмосферного повітря, отриманих іншими суб’єктами моніторингу атмосферного повітря;

ДСНС (Державна служба надзвичайних ситуацій):

1) встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднюючих речовин, показниками та складовими атмосферних опадів, визначених у списку А на мережі спостережень національної гідрометеорологічної служби;

2) забезпечує суб’єктів моніторингу атмосферного повітря гідрометеорологічними прогнозами;

ДАЗВ (Державне агентство з управління зоною відчуження):

1) встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднюючих речовин, визначених у списку А у зоні відчуження та зоні безумовного (обов’язкового) відселення території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи (у межах об’ємної активності радіонуклідів);

Обласні, Київська міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад:

1) встановлюють пункти спостережень та ведуть спостереження за рівнями забруднюючих речовин, визначених у списку А в межах території відповідної зони або агломерації.

Список А включає основні забруднюючи речовини атмосферного повітря: *діоксид сірки, діоксид азоту та оксиди азоту, бензол, оксид вуглецю, свинець, тверді частки (ТЧ10)-1, тверді частки (ТЧ2,5)-2, арсен, кадмій, ртуть, нікель, бенз(а)пірен, озон*; показники та складові атмосферних опадів: *іони амонію, гідрокарбонат-іони, іони калію, іони кальцію, загальна кислотність, іони магнію, іони натрію, нітрат-іони, сульфат-іони, хлорид-іони, рН*

За рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування з урахуванням даних, одержаних у результаті здійснення заходів державного нагляду (контролю) та державного соціально-гігієнічного моніторингу, інформації з реєстру викидів та перенесення забруднюючих речовин, а також даних та інформації щодо об’єктів, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, в окремих зонах та агломераціях можуть здійснюватися спостереження за рівнями забруднюючих речовин, визначених у списку Б: *аміак, анілін, водень хлористий, водень ціаністий, залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо), кислота азотна, кислота сірчана, ксилол, леткі органічні сполуки (1-бутен; 1-пентен; 1,2,3-триметилбензол; 1,2,4-триметилбензол; 1,3-бутадієн; 1,3,5-триметилбензол; 2-пентен; ацетилен; бензол; етан; етилбензол; етилен; загальна кількість вуглеводнів, які не належать до гомологічного ряду метану; i-бутан; i-гексан; ізопрен; i-октан; i-пентан; м+п-ксилол; н-бутан; н-гексан; н-гептан; н-октан; н-пентан; o-ксилол; пропан; пропен; толуол; транс-2-бутен; формальдегід; цис-2-бутен), марганець та його сполуки (у перерахунку на МпО2), мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь), сажа, сірководень, сірковуглець, фенол, фтористий водень, хлор, хлоранілін, хром та його сполуки (у перерахунку на хром), инк та його сполуки (у цперерахунку на цинк).*

Для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території України встановлюються зони та агломерації.

Межі зон збігаються з межами відповідних адміністративно-територіальних одиниць. До складу зон не входять агломерації, що розташовані на їх території.

Межі агломерацій збігаються з межами відповідних міст.

Деякі міста України з високим рівнем забруднення, такі як Кам’янське, Слов’янськ, Краматорськ, Лисичанськ, Луцьк, Рубіжне, Ужгород, не підпадають під визначення агломерації — територія з населенням понад 250 тис. осіб. Але міжнародне право надає Державам можливість самостійно визначати агломерації за критерієм «якщо населення становить 250000 чи менше, із встановленою державою-членом густотою населення на 1 км2» [24].

#### 4.3.3 Пункти відбору, режими оцінювання та оприлюднення результатів

Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» регламентує умови розташування пунктів для відбору проб.

Умови розташування пунктів для відбору проб для вимірювання рівнів сірчистого газу, двоокису азоту та окисів азоту, твердих часток (ТЧ10 і ТЧ2,5), свинцю, бензолу і окису вуглецю в атмосферному повітрі наступні:

а) пункти відбору проб, призначені для захисту людського здоров'я, розташовуються таким чином, щоб надавати дані про:

1) райони в межах зон та агломерацій, де виникають найвищі концентрації, які імовірно будуть прямо чи опосередковано впливати на населення протягом періоду, що є істотним у порівнянні з періодом усереднення граничної величини (величин);

2) рівні в інших районах у межах зон і агломерацій, які є репрезентативними щодо відображення впливу на загальне населення,

б) пункти відбору проб в цілому розташовуються таким чином, щоб уникати вимірювання у безпосередній близькості до мікросередовищ дуже малого розміру, це означає, що пункт відбору проб повинен розташовуватись таким чином, щоб проба повітря була репрезентативною щодо якості повітря сегменту вулиці довжиною не менше ніж 100 м на ділянках, орієнтованих на транспортний рух, та мати розмір принаймні 250 м на 250 м на промислових ділянках, де можливо;

в) міські фонові пункти моніторингу розташовуються таким чином, щоб на їх рівень забруднення впливали інтегровані викиди з усіх джерел проти вітру щодо розташування станції. У процесі визначення рівня забруднення не повинне домінувати єдине джерело, якщо така ситуація не є типовою для великого міського району. Такі пункти відбору проб, як правило, є репрезентативними щодо декількох квадратних кілометрів;

г) якщо мета полягає в оцінюванні рівнів у сільських околицях, пункт відбору проб не повинен знаходитися під впливом агломерації або у близькості до промислових ділянок, тобто ділянок, які розташовані на відстані ближче, ніж п’ять кілометрів;

д) якщо мають бути оцінені викиди забруднювачі із промислових джерел, принаймні один пункт відбору проб встановлюється по вітру відносно джерела у найближчому житловому районі. Якщо фонова концентрація забруднення не відома, додатковий пункт відбору проб має бути розташований в межах головного напряму вітру;

ж) місця відбору проб також, де можливо, є репрезентативними щодо подібних місць розташування, які не знаходяться у безпосередній близькості до них;

з) потрібно взяти до уваги необхідність розміщення пунктів відбору проб на островах, якщо це необхідно для захисту людського здоров'я.

Пункти відбору проб, призначені для захисту рослинності і природних екосистем, розташовуються на відстані більше 20 км від агломерацій або більше 5 км від інших зон забудови, промислових підприємств, автострад або головних доріг з транспортним рухом більше ніж 50 000 транспортних засобів на день, це означає, що пункт відбору проб повинен розташовуватись таким чином, щоб відібрана проба повітря була репрезентативною щодо якості повітря у навколишньому районі принаймні 1 000 км2. Держава-член може передбачити розташування пункту відбору проб на меншій відстані, або щоб він був репрезентативним щодо якості повітря у меншому районі, беручи до уваги географічні умови або можливості захисту особливо уразливих районів.

Мінімальна кількість пунктів відбору проб для фіксованих вимірювань рівнів сірчистого газу, двоокису азоту та окисів азоту, твердих часток (ТЧ10 і ТЧ2,5), свинцю, бензолу і окису вуглецю дифузних і точкових джерел визначається з урахуванням рівнів максимальних концентрацій, густоти викидів, імовірної моделі розподілення забруднення в атмосферному повітрі та потенційного впливу на населення.

Наведені критерії для класифікації та розташування пунктів відбору проб для оцінки концентрацій озону.

Залежно від рівня забруднювальних речовин для всіх зон і агломерацій «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» встановлює режим оцінювання для кожної забруднюючої речовини. Режим оцінювання встановлює орган управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації у програмі державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря. Можливо застосування режимів:

а) фіксованих вимірювань;

б) комбінованого оцінювання;

в) моделювання або об’єктивного оцінювання.

Високі концентрації потребують точної фіксації, у той час як низькі можуть бути встановлені приблизно. Якщо рівень забруднюючої речовини перевищує верхній поріг, то фіксовані вимірювання з відбором проб є обов’язковими (рис. 2).



Рисунок 2 – Співвідношення показників верхнього та нижнього порогів оцінювання й граничної величини

Для забезпечення інформаційної взаємодії між суб’єктами моніторингу атмосферного повітря та оперативного оприлюднення результатів моніторингу атмосферного повітря створюється інформаційно-аналітична система даних про якість атмосферного повітря у порядку, що встановлюється Мінекоенерго. Створення та функціонування інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря забезпечують: Мінекоенерго — на загальнодержавному рівні, органи управління якістю атмосферного повітря — на рівні зон та агломерацій.

Суб’єкти моніторингу атмосферного повітря повинні оприлюднювати з використанням інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря (рис. 3):

а) інформацію про концентрації в атмосферному повітрі діоксиду сірки, діоксиду азоту, твердих часток (ТЧ10, ТЧ2,5), озону і оксиду вуглецю — щодня, а за можливості — щогодини;

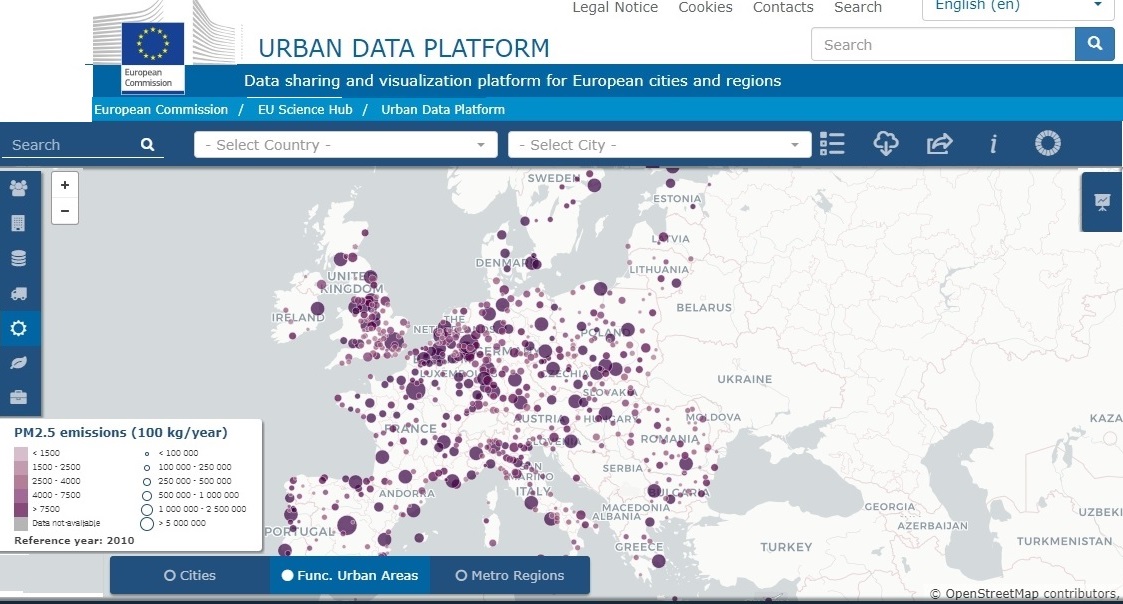


Рисунок 3 – Візуалізація емісії ТЧ2.5 у агломераціях ЄС на Urban Data Platform

б) аналітичні дані щодо стану та оцінки якості атмосферного повітря, прогнози стану атмосферного повітря і його змін — щодня;

в) у разі перевищення інформаційного або будь-якого з порогів небезпеки — про місцевість, в якій зафіксовано перевищення, час початку і тривалість перевищення, найвищу концентрацію за одну годину, найвищу середню концентрацію озону за вісім годин — в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;

г) у випадку виявлення концентрацій ртуті в атмосферному повітрі — в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;

д) інформацію про рівні в атмосферному повітрі свинцю і бензолу — щомісяця;

ж) інформацію про рівні в атмосферному повітрі миш’яку, кадмію, нікелю, бенз(а)пірену — щороку;

з) інформацію про вплив рівнів забруднювальних речовин в атмосферному повітрі на життя та здоров’я населення, зокрема інформацію щодо впливу на здоров’я населення перевищень граничних величин, цільових показників, інформаційного порогу, порогів небезпеки і рекомендованої для населення поведінки [3].

### 4.4 Транскордонний перенос забруднюючих речовин

Приблизно до XIII ст., коли чисельність населення планети становила 300-350 млн. осіб, природа активно переробляла всі надходження речовин у біосферу, тобто відбувалося самоочищення. Продукти життєдіяльності всіх організмів, включаючи і людину, були переважно органічного походження.

Проте надалі, з зростанням чисельності населення, значно збільшувалися його потреби, для задоволення яких людство почало залучати багато нових речовин, які були не властиві природі і за відносно невеликий проміжок часу вона не встигала до них адаптуватися, тобто вони не включалися в природний процес кругообігу речовин. Це призвело до їх накопичення і в подальшому стало завдавати значної шкоди екосистемам в цілому і людині зокрема.

Рух повітряних мас вздовж земної поверхні зумовлено різними факторами, а саме: обертання планети навколо своєї осі, нерівномірність нагрівання поверхні Сонцем, що викликає формування поясів високого (антициклони) та низького тиску (циклони), наявність гірського або рівнинного рельєфу, океанічні течії, тощо. Гори є перешкодою для руху повітряних мас. Рівнинні території сприяють вільному руху повітряних мас і за значних розмірів рівнин можуть їх трансформувати на значні відстані від джерел забруднень.

Усе вищесказане поясняє поняття трансграничного переносу забруднюючих речовин – без кордонне перенесення забруднюючих речовин (сусідні райони, міста, країни, і навіть континенти). Перенос забруднень, що надходять або накопичуються у різних шарах атмосфери відбувається з іншими швидкостями і інших напрямках ніж у приземному шарі. Забруднення, яке дістається високих (до 10-20 км) шарів атмосфери, може протягом декількох годин або діб переміститися на відстань тисяч кілометрів. За останніми даними забруднення (попіл та тверді частинки) від вулкану Кумбре Вьеха на острові Ла Пальма (Іспанія) за декілька годин накрили сусідній острів та дещо через добу дійшло до Африки (рис.4). Для спостереженням за розповсюдженням газів *SO2* під час виверження була задіяна система супутників Коперник із візуалізацію у реальному часі. За даними вулканологічного інституту Канарських островів (INVOLCAN), вулкан на о. Ла-Пальма викидав близько 6 000-9 000 тонн діоксиду сірки на день (рис. 5).

Також з 2010 року програма MOCAGE експериментально використовується для моделювання еволюції трансграничного переносу попелу після викиду ісландського вулкану Ейяф’ялла, розсіювання радіоактивної хмари, спричиненої ядерною аварією на Фукусімі (Японія), а також під час пробного моделювання виверження на острові Ель -Йєрро (Іспанія). Незважаючи на невизначеність щодо характеристик цих викидів, обмеження самої моделі та труднощі у верифікації такого типу явищ, порівняння експериментів, проведених із спостереженнями на місці та спостереженнями з супутника, показує, що прогнози моделі якісно були цілком реалістичними.

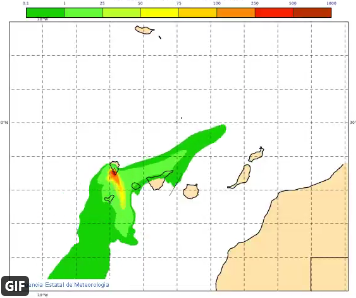


Рисунок 4 - Росповсюдження пилу та газів на висоті 1500 м під час виверження вулкану Кумбре В’єха. о. Ла Пальма (Іспанія)

Дані взяті з офіційного джерела програма МОСАGE у співпраці з французькою метеорологічною службою.

Imagen que contiene naturaleza, montaña

Descripción generada automáticamente

Рисунок 5 - Викиди *SO2* внаслідок виверження вулкана Кумбре В’єха на о. Ла Пальмі (Іспанія),

Знімки отримано з європейського супутника Copernicus Sentinel 5p.

Карта від 20 вересня о 14:07 UTC.

На рисунку 6 показано моделювання радіоактивної хмари через викиди, викликані аварією на заводі в Фукусімі (Японія). Позиція станцій міжнародної мережі також була залучена для виявлення наслідків, які виробляє атомна електростанція ДЗЗЯЗ (Комісія Організації Договору про комплексну заборону ядерних випробувань). Жовті кружечки вказують на тих, хто виявив активність.

Imagen que contiene Mapa

Descripción generada automáticamente

Рисунок 6 - Моделювання розсіювання радіоактивної хмари на атомній електростанції Фукусіма (Японія)

Météo-France є одним з офіційних консультативних центрів з вулканічного попелу для аеронавігації, створених у всьому світі Міжнародною організацією цивільної авіації (OACI) та Всесвітньою метеорологічною організацією (ОMM), і використовує модель MOCAGE для цієї місії, а також для розробки та розповсюдження інформації на основі моделювання у випадках надзвичайних ситуацій з навколишнім середовищем, що мають транскордонні наслідки, у якості Регіонального спеціалізованого метеорологічного центру Всесвітньої метеорологічної організації.

**5 СУЧАСНИЙ СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**

В Україні налічується 63 119 річок, у тому числі великих (площа водо-збору більше 50 тис. км2) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км2) – 81 і малих (менше 2 тис. км2) – 63 029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90% припадає на малі річки [18].

Основними показниками рівня водозабезпечення території є об’єм сумарного і місцевого стоку на 1 км2 площі та на одного жителя (в Україні на одного жителя припадає близько 1,0 тис. м3 на рік, що ставить її в один ряд з найменш забезпеченими водою країнами Європи) [5].

В Україні з найбільш водозабезпечених є Карпатський регіон, що планується розвивати як великий курортно-туристичний комплекс. Наявність мінеральних і термальних вод, унікальних природних ландшафтів створює сприятливі умови для перетворення регіону у здравницю не тільки республіканського, але і міждержавного рівня [6].

Друге місце за рівнем водозабезпеченості займають райони Полісся. На цій території формується стік багатьох річок України, в тому числі таких великих, як Дніпро, Прип’ять, Десна та їх притоки. Оскільки більше, ніж 60% усього стоку Дніпра формується вище Києва, проблема раціонального і науково обґрунтованого водокористування в регіоні набуває особливо важливого значення. Порушення тут природних умов може негативно впливати на кількісні та якісні показники водних джерел. Крім того, поверхневі і підземні води зазнали значного техногенного впливу в результаті катастрофи на Чорнобильській АЕС. Все це ускладнює використання водних ресурсів у господарський діяльності, особливо в сільськогосподарській і комунальній сферах [6].

**5.1 Джерела та види забруднення водних ресурсів**

Антропогенне забруднення гідросфери має глобальний характер і суттєво зменшує доступні експлуатаційні ресурси прісної води на планеті.

Загальний об’єм промислових, сільськогосподарських і комунально- побутових стоків сягає 1300 км3, для розбавлення яких необхідно приблизно 8,5 тис. км3 води, тобто 20% повного і 60% стійкого стоку річок світу.

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році у поверхневі водні об’єкти скинуто 8 579 млн. м3 стоків, що, порівняно з 2006 роком, на 95 млн. м3 більше. Найбільшими забруднювачами є: промислові підприємства – 2332 млн. м3 (в основному енергетики, чорної металургії та вугільної промисловості міст Запоріжжя і Дніпропетровськ, Донецької області) та об’єкти житлово- комунального господарства – 1459 млн. м3 (переважно підприємства міст Київ, Дніпропетровськ, Львів, Одеса, Кривий Ріг, Запоріжжя). Найбільше забруднених вод скинуто водокористувачами м. Києва - 366,2 млн. м3 та таких областей: Дніпропетровської - 611,4 млн.м3, Донецької - 1438 млн. м3, Запорізької - 482,3 млн. м3, Луганської - 203,5 млн. м3, Львівської - 188,5 млн.м3, Одеської - 191,2 млн. м3.

Усі галузі господарства щодо водних ресурсів поділяються на водоспоживачів і водокористувачів [8].

*Водоспоживачі* забирають воду, використовують її для потреб промисловості та сільського господарства і для забезпечення побутових потреб населення, а потім повертають у водний об'єкт, але вже в іншому місці і, як правило, в меншій кількості та з іншими якісними характеристиками.

*Водокористувачі* використовують воду як середовище (водний транспорт, риболовство і т.д.) або як джерело енергії (ГЕС), але при цьому можуть змінювати *якість води* (наприклад, водний транспорт), гідрологічний режим (наприклад, ГЕС) і т.д.

Загальна маса забруднювальних гідросферу речовин складає близько 15 млрд. т на рік. До найбільш небезпечних забруднювачів належать солі важких металів, феноли, пестициди, нафтопродукти, органічні отрути, насичена бактеріями біогенна органіка, синтетичні поверхнево активні речовини, мінеральні добрива та ін.

Крім хімічного забруднення водойм має місце також механічне, термічне і біологічне забруднення. В основі оцінювання небезпеки всіх видів порушень лежить загальний принцип, що базується на визначенні об’єму забруднених стоків і розмірів, які перевищують їх нормативний рівень [23].

*Забруднення природних вод* – це процес зміни їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей, що може шкідливо впливати на людину та інші живі організми, а також обмежувати можливість цільового використання води. Водні об'єкти вважаються забрудненими, якщо показники складу і властивостей води в них змінюються під прямим або непрямим впливом виробничої діяльності і побутового використання населенням та стають частково або повністю непридатними для одного із видів водокори-стування.

Сучасний рівень забруднення поверхневих (континентальних) вод визначається комплексом антропогенних факторів-впливів [16]:

* органічні нетоксичні забруднення (*сапробізація*);
* органічні і мінеральні токсичні забруднення (*токсикація*);
* мінеральні речовини, які стимулюють зростання водоростей, переважно сполуки фосфору *Р* та азоту *N* (*евтрофікація*);
* кислі дощі (*ацидифікація*);
* радіонукліди (*нуклідизація*).

Неочищені і частково очищені стічні води призводять до зміни фізико-хімічних властивостей водних об'єктів та їх забруднення. У забруднених водних об'єктах відбуваються складні процеси, які приводять до відновлення їх природного стану. Сукупність гідродинамічних, біологічних, хімічних і фізичних процесів, які приводять до зниження концентрації забруднювальних речовин у воді, називається *самоочищенням*.

При потраплянні у водні об’єкти кількох речовин з однаковими *лімітувальними показниками шкідливості* (ЛОШ), що належать до 1 і 2 класів небезпечності, та з урахуванням домішок, які надійшли у водний об’єкт від розташованих вище джерел, сума відношень концентрацій (*С1, С2, ... Сп*) кожної речовини у водному об’єкті до відповідної ГДК не повинна перевищувати 1:

Кількісна і якісна оцінки водних ресурсів свідчать, що Україна має обмежені можливості їх додаткового залучення в господарський обіг. Тому в перспективі розвиток галузей економіки може здійснюватись на основі розробки і впровадження науково обґрунтованої системи ведення водного господарства, оптимізації водокористування, найбільш економного та раціонального використання води, переведення промислового і сільськогосподарського виробництва на безводні та маловодні технології, проведення більш ефективної водоохоронної діяльності, реалізації заходів, спрямованих на охорону і відтворення водних ресурсів, здійснення протиінфільтраційних заходів та боротьби з непродуктивними втратами води.

Найбільш показовим мікроорганізмом забруднення води вважається кишкова паличка (Escherichia coli). З одного боку, вона – постійний мешканець у кишечнику людини, а з іншого – наявність у воді бактерій кишкової групи свідчить про надходження до водойми недостатньо очищених господарсько-побутових стічних вод, фекалій тощо.

Ступінь біологічного забруднення характеризується такими показниками як колі-тітр (найменший об’єм води, що припадає на одну кишкову паличку) та колі-індекс (абсолютна кількість кишкових паличок в 1 дм3 води). Якщо вода очищена до значення колі-тітру 300 або колі-індексу 3, вона вважається нешкідливою і не викликає ніяких епідемічних захворювань (згідно ГОСТ 2874-82). Окрім того, інколи використовуються додаткові санітарно-показові організми: сапрофіти, протей (мікроб гниття), термофільні мікроорганізми (до 800С), бактеріофаги, гідробіологічні одноклітинні і багатоклітинні організми.

Еколого-токсикологічний контроль за стічними водами виконується методами біотестування з використанням 2-х видів тест-об’єктів – Daphnia magna straus i Simocephalus serrulatus Koch [16].

З 1 січня 2000 року в Україні діють нові санітарні правила і норми СанПіН “Вода питна. Гігієнічні вимоги господарсько-питного водопостачання”. Основою для розробки цих санітарних правил і норм стали: ГОСТ 2874-82, проаналізовані міжнародні підходи до нормування окремих показників якості питної води і, частково, рекомендаційні документи ВОЗ (призначені, насамперед, для країн, що розвиваються і тільки облаштовують свої системи централізованого господарсько- питного водопостачання).

У новому документі, на відміну від ГОСТ 2874-82, збільшено кількість показників, що нормуються, визначення яких є необхідним для забезпечення якості питної води, нешкідливої і безпечної для здоров'я людини, а також змінений підхід до організації і проведення лабораторного контролю. Зокрема, як обов’язкові введені такі показники, як біохімічне споживання кисню (БСК) та хімічне споживання кисню (ХСК).

Біохімічне споживання кисню – це показник забруднення вод органічними речовинами; показує яку кількість кисню потрібно мікроорганізмам для переробки усієї схильної до розкладання органічної речовини у неорганічні сполуки протягом декількох діб (наприклад, ГДК для питної води за БСК5 означає, що протягом 5 діб біохімічне споживання кисню не повинно перевищувати 3 мг *O2* на 1 дм3 води). Вміст розчиненого кисню (РК) – величина, обернена БСК (за вимогами Держстандарту питна вода повинна містити не менше 4 мг розчиненого *O2* на 1 дм3). На практиці поширення отримали два види цього показника: «БСК5» та «БСК20». Вважається, що показник «БСК» характеризує концентрацію у воді органічних речовин, що легко окислюються.

Хімічне споживання кисню – кількість кисню *O2* в мг/дм3, котра необхідна для повторного окислювання органічних речовин у пробі води, у результаті чого *С, Н, S, P* та ін. окислюються до *CO2, H2O, SO4, P2O5*, а азот *N* перетворюється до рівня амонійної солі. Ці реакції ще називають біхроматним окислюванням. ХСК для питної води не повинне перевищувати 15 мг *O2*/дм3. Вважається, що показник «ХСК» характеризує концентрацію у воді органічних речовин, що важко окислюються [16].

Різноманітні ЗР у відкриті водні об’єкти надходять зі:

– стічними водами населених пунктів, промислових і сільсько-господарських підприємств;

– дощами і талими водами в результаті змиву з поверхні часток ґрунту, добрив, отрутохімікатів, нафтопродуктів, побутового бруду та інших речовин;

– скидами водного транспорту і зі споруд на берегах водойм;

– атмосферними опадами, в яких містяться різні речовини і сполуки від викидів в атмосферу.

Окрім того, неорганізований стік опадів (ливневі і талі води) забруднюють водойми суттєвою частиною техногенних тераполютантів.

За походженням стічні води поділяються на декілька груп:

1) господарсько-побутові; 2) промислові; 3) поверхневий стік підприємств і населених пунктів; 4) поверхневий стік з сільськогосподарських територій; 5) рудникові і шахтні води. Кожна група має свій специфічний склад, в якому переважає певна група забруднюючих речовин.

Одним з найбільш поширених антропогенних впливів на екосистеми озер і водосховищ є процес евтрофікації, при якому прискорюється процес їх старіння. До цього процесу призводить збільшення біогенних та органічних речовин (в першу чергу тих, в яких містяться фосфор і азот), що потрапляють у водойми при змиві добрив з полів, затоплених земель, а також із комунальними стоками. При цьому відбувається швидке перетворення внесених речовин в нітрати, які самі по собі дуже небезпечні для людини. При потраплянні у водойми нітрати прискорюють процеси евтрофікації, які починаються при концентрації нітратного азоту 0,3 мг/дм3. Зі збільшенням цвітіння води (збільшення кількості синьо-зелених водоростей) у воді зменшується вміст кисню. Це призводить до скорочення чисельності деяких популяцій і появи у воді токсинів [27].

Іншим прикладом антропогенних впливів як об’єкта екологічного моніторингу є закислення поверхневих вод (і ґрунтів) в результаті випадання кислотних дощів (при емісії *SО2* в атмосферу).

При рН < 5,8 у водоймах зникає більшість діатомових та зелених водоростей; представники зоопланктону (дафнії) зникають при рН < 6,0. Збільшення іонів *SO2* в опадах призводить до падіння рівня рН. Відтворення риби має значні ускладнення при рН < 5,5.

Водні екосистеми, в яких живі компоненти представлені, в основному, водоростями та найпростішими, порівняно швидко реагують на забрудненість. Ця реакція визначається або в зменшенні кількості видів, або в зміні розподілу чисельності особин по видах. При цьому можливе як зменшення, так і збільшення чисельності окремих видів (останнє буває внаслідок зменшення конкуренції). Відмічено також зменшення в річкових та озерних екосистемах, в результаті їх забруднення, кількості молюсків та членистоногих.

Таким чином, у водних екосистемах доказом надмірної кількості нетоксичних органічних і неорганічних речовин може бути використаний процес евтрофікації, який супроводжується значним збільшенням біомаси синьо-зелених водоростей, зникненням або зменшенням кількості різних організмів через нестачу кисню і появу продуктів розкладу планктону, токсинів синьо-зелених водоростей, збільшенням гетеротрофної частини біоценозу.

У випадку теплового забруднення водойми необхідно звертати особливу увагу на таку відповідну реакцію екосистем, як заміна діатомових співтовариств на зелені чи синьо-зелені водорості і зменшення видової різноманітності найпростіших.

У випадку надходження токсичних речовин і радіоактивних ізотопів необхідно звертати увагу на їх концентрацію в одноклітинних організмах, скорочення видової різноманітності та зменшення чисельності особин багатьох видів.

Таким чином, узагальнюючим біоіндикатором теплового, радіаційного, органічного та неорганічного забруднень водного середовища як токсичними, так і нетоксичними забруднюючими речовинами є збільшення біомаси синьо-зелених водоростей, скорочення видової різноманітності та чисельності багатьох видів [27].

**5.2 Організація системи моніторингу водних середовищ**

*Моніторинг поверхневих вод* – це система послідовних періодичних спостережень, збору та обробки інформації про стан водних об'єктів, прогнозування можливих змін якості води та розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо покращення стану відкритих водних об’єктів (згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»).

Основними завданнями моніторингу поверхневих вод є спостереження, оцінювання та прогнозування змін якості води у відкритих водних об’єктах. Система моніторингу поверхневих вод є інформаційно- аналітичною і не містить в собі елементів управління. При цьому, вона є необхідною складовою частиною державної системи управління навколишнім середовищем і регулювання його якості [16].

Основною метою налагодження системи спостережень за рівнем забруднення водних об'єктів є одержання достовірної інформації про природну якість води та аналіз змін якості води під дією антропогенних факторів.

Система моніторингу водних об'єктів вирішує такі завдання [16]:

* забезпечує спостереження за рівнем забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
* вивчає динаміку ЗР і виявляє умови, при яких проходять різні коливання рівнів забруднень;
* вивчає закономірності процесів самоочищення та самовідновлення, а також накопичення ЗР у донних відкладеннях;
* вивчає закономірності виносу речовин через гирлові створи річок у водойми.

До об'єктів державного моніторингу природних вод України відносять:

* поверхневі води, до яких належать природні водойми і водотоки (річки, струмочки), штучні водойми (водосховища, ставки) і канали;
* підземні води і джерела;
* внутрішні морські води і територіальне море, морську економічну зону;
* джерела забруднення вод, включаючи зворотні води, аварійні скиди рідких продуктів і відходів, втрати продуктів і матеріалів при видобутку корисних копалин в межах акваторій поверхневих і морських вод;
* води поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь;
* фільтрацію забруднювальних речовин з технологічних водойм і сховищ;
* масовий розвиток синьо-зелених водоростей;
* надходження забруднювальних речовин з донних відкладень (повторне забруднення) та ін.

Моніторинг стану вод суші та вмісту забруднювальних речовин у водних об’єктах здійснюють 6 суб’єктів моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція, Державна геологічна служба), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба), Мінагрополітики, Мінжитлокомунгосп, Держводгосп України та їх органи на місцях.

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році мережею спостережень охоплено понад 170 річок та водосховищ і більше як 20 озер – спостереження здійснюються на 3245 відомчих постах. Крім того, постійний контроль за якістю зворотних вод, що надходять у водні об’єкти, виконують комунальні та промислові підприємства, які здійснюють очищення стічних вод. Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за гідрохімічним станом вод на 374 створах у 240 пунктах спостережень на 151 водному об`єкті. На цій мережі отримують дані з періодичністю відбору проб 4–12 разів на рік за 46 показниками і оцінюють хімічний склад, біогенні параметри та наявність зважених часток і органічних речовин, основних забруднювальних речовин та пестицидів. Державною гідрометеоролог-гічною службою у 16 пунктах на 8 водних об`єктах проводяться спостереження за хронічною токсичністю води.

Державна екологічна інспекція має розгалужену мережу спостережень за станом поверхневих вод та контролю за скидами зворотних вод до природних водних об’єктів, яка складається з 1312 постів спостережень на всіх значущих водних об’єктах. Періодичність проведення спостережень та відбір проб на постах обумовлюється програмою спостережень і здійснюється, в основному, 4–6 разів на рік. Кількість показників, що спостерігаються, становить від 25 до 60.

Моніторинг якості води за фізичними та хімічними показниками здійснюється на 507 створах, 72 водосховищах, 164 річках, 14 зрошувальних системах, 1 лимані та 5 каналах комплексного призначення згідно з відомчим регламентом в основному з періодичністю 4–8 разів на рік.

В останні роки в рамках міжнародних угод приділяється велика увага організації та веденню транскордонного моніторингу поверхневих вод. Для басейнів річок, особливо транскордонних, розробляються та впроваджуються ***плани управління річковими басейнами*** (ПУРБ) з урахуванням принципів *інтегрованого управління водними ресурсами* та рекомендацій Єврокомісії, головним чином, **Водної рамкової директиви 2000/06/ЕС (ВРД).**

У ВРД програмам організації моніторингу вод присвячено статтю 8 «Моніторинг стану поверхневих вод, стану підземних вод та охоронних зон». Для поверхневих вод програми повинні охоплювати: об’єм і рівень або витрату потоку та екологічний і хімічний стан, а також екологічний потенціал водних об’єктів. Для підземних вод такі програми повинні охоплювати моніторинг хімічного та кількісного стану. У Додатку V ВРД вказано які саме показники або групи показників якості води слід вимірювати для кожного виду водних об’єктів (окремо для поверхневих та підземних вод), дана характеристика критеріїв визначення екологічного стану вод за фізико-хімічними, гідробіологічними та гідроморфологічними показниками, причому особлива увага приділена саме гідробіологічним показникам якості води. ВРД містить комплекс директив щодо вибору частоти спостережень, щодо методик виконання вимірювань показників (фізико-хімічних та гідробіологічних), щодо забезпечення можливості коректного порівняння результатів спостережень різних країн, щодо подання результатів моніторингу та їх інтерпретації: визначення екологічного і хімічного стану та екологічного потенціалу водних об’єктів. Індикативний перелік основних речовин - забруднювачів окремо поданий у Додатку VIII, а пріоритетних речовин – у Додатку X ВРД.

ВРД вимагає для кожного басейну річки створити *програму контрольного моніторингу* (переважно для оцінювання довгострокових змін у водних об’єктах у непорушених умовах та змін, які виникають через широко розповсюджену антропогенну діяльність) і *програму робочого моніторингу* (переважно для об’єктів, що зазнають антропогенного тиску, але для яких є ризик щодо виконання для них екологічних цілей, які ставляться у ВРД). У деяких випадках створюються *програми дослідницького моніторингу* (для об’єктів, де причина будь-яких перевищень невідома; для з’ясування розмірів та впливу аварійного забруднення; для об’єктів, для яких контрольний моніторинг показує, що екологічні цілі навряд чи будуть досягнуті, з метою виявлення причин такої ситуації).

Важливою особливістю ВРД є використання референційних умов водних об’єктів. Усі поверхневі водні об’єкти розбиваються на типи за рядом критеріїв. Для кожного типу встановлюються типоспецифічні референційні (початкові) гідроморфологічні, гідробіологічні та фізико- хімічні умови, які репрезентують величини відповідних гідроморфо- логічних, гідробіологічних та фізико-хімічних елементів якості для такого типу водного об’єкта за умови відмінного екологічного стану. Саме з такими референційними умовами і проводиться порівняння параметрів кожного реального водного об’єкта з метою визначення коефіцієнта його екологічної якості та ін. [21].

*Коефіцієнт екологічної якості* виражає співвідношення між виміряними значеннями біологічних параметрів та референційними значеннями обраного поверхневого водного об’єкта. Коефіцієнт виражається числовою величиною від нуля до одиниці: відмінний екологічний стан відповідає значенням, близьким до одиниці, а поганий екологічний стан — значенням, близьким до нуля.

Вимоги до створення плану управління річковим басейном встановлюються статтею 13 ВРД, а структура типового плану визначається Додатком VII ВРД, де одними з основних елементів є карта мереж моніторингу та подані у формі карти результати моніторингових програм для поверхневих (екологічні та хімічні показники) і підземних вод (хімічні та кількісні показники).

Подібні плани управління річковим басейном створюються для всіх великих річок України в межах, переважно, міжнародних проектів та програм.

**5.3 Пункти спостережень і контрольні створи**

Під *пунктом спостереження* за станом поверхневих вод розуміють місце на водоймі або водотоці, де систематично проводиться комплекс робіт для одержання необхідних даних про якість води.

Важливим етапом в організації спостережень за забрудненнями є вибір місця розташування пункту спостережень – застосовуються дві схеми розміщення пунктів гідрохімічних спостережень: об’єктна і територіальна [12].

*Об’єктна схема* застосовується для вивчення гідрохімічного режиму великих і середніх водних об’єктів і включає пункти, розташовані: на великих і середніх річках і каналах, що мають велике господарське значення; у замикальних створах великих річок, що впадають у моря; на великих озерах і водоймах.

*Територіальна схема* застосовується для фонових спостережень, вивчення і регіонального узагальнення характеристик гідрохімічного режиму малих річок. Пункти спостережень за цією схемою намічаються у створах, що замикають порівняно малі річкові водозабори, що добре відбивають місцеві умови природних районів досліджуваної території.

Необхідною умовою є синхронність усіх видів спостережень, їх систематичність та узгодженість термінів спостережень.

Одна з головних вимог, які висуваються до розташування пункту спостережень, – репрезентативність відносно масштабів і видів забруднення стічними водами окремих галузей господарства. Систематичні спостереження за рівнем забруднень поверхневих вод проводяться на постійних та тимчасових пунктах спостережень, які розміщуються в місцях наявності або відсутності впливу господарської діяльності. При цьому обов’язково організовується:

* стаціонарна мережа пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод;
* спеціалізована мережа пунктів спостережень забруднених водних об'єктів для вирішення науково-дослідних задач;
* тимчасова експедиційна мережа пунктів спостережень на об’єктах, не охоплених першими двома видами спостережень.

При організації мережі спостережень обов’язковими є такі вимоги:

* перевага повинна надаватись вивченню антропогенних впливів на поверхневі води;
* систематичність і комплексність спостережень за якістю води за фізичними, хімічними та біологічними показниками з паралельним проведенням відповідних гідрологічних вимірювань;
* узгодження термінів спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями;
* визначення показників якості води єдиними методами на всій мережі для забезпечення можливості порівняння результатів;
* оперативність одержання інформації про якість води і стан водних об’єктів [12].

В основу рекомендацій щодо визначення місць розташування гідрологічних пунктів спостережень покладено принцип своєчасності і достовірності отримання основних характеристик (рівня води і річкового стоку). Кількість і щільність пунктів спостережень визначаються запитами економічних служб і служби прогнозів, а також природно-кліматичними факторами.

Найбільша кількість постів Держгідрометслужби має тривалість спостережень від 51 до 100 років (рис. 7), трохи менше постів мають тривалість спостережень від 31 до 50 років. Отже, ряди спостережень мають достатню тривалість і можуть використовуватись для різного роду статистичних розрахунків гідрологічних характеристик та гідрохімічних показників якості води.



**Розподіл постів (шт.) за тривалістю спостережень**

55

2

42

55

248

1

2

3

4

5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 – 10 років | 3 | 31 – 50 років | 5 | більше 100 років |
| 2 | 11 – 30 років | 4 | Від 51 – 100 років |  |  |

Рисунок 7 – Розподіл гідрологічних постів за тривалістю спостережень

У 2007 році спостереження за станом забруднення поверхневих вод за гідрохімічними показниками проводились організаціями Держгідромет- служби на 151 водному об’єкті (127 річках, 15 водосховищах, семи озерах, одному лимані та одному каналі) у 240 пунктах і 374 створах. Спостереження за якістю поверхневих вод за гідробіологічними показниками проводилися на 45 водних об’єктах (38 річках та 7 водосховищах) у 88 пунктах, на 168 створах [12].

В Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті НАН України та МНС України (УкрНДГМІ) в 2006-2009 рр. були виконані роботи з оптимізації мережі гідрологічних спостережень (за твердим і рідким стоком) на річках України.

Головні завдання і функції мережі гідрометеорологічних спостережень щодо забезпечення органів державної влади і управління, галузей господарства, прогностичних організацій гідрометслужби оперативною і режимною інформацією в основному виконуються.

Основним принципом організації спостережень є також їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує спостереження якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

Пункти спостережень обов’язково встановлюють на таких об'єктах:

* + місця скиду стічних і дощових вод в містах, селищах та сільськогосподарських комплексах;
  + місця скиду стічних вод окремих підприємств (ТЕС, АЕС тощо);
  + місця скиду колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваль-них або осушувальних земель;
  + кінцеві створи великих та середніх річок, які впадають в моря або внутрішні водойми;
  + на границях економічних районів, республік, країн, що їх перетинають транзитні річки;
  + кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів, за якими складають водогосподарські баланси;
  + гирлові зони забруднених приток головної річки.

Всі пункти стаціонарної мережі спостережень поділяються на чотири категорії за такими критеріями:

* + значення водного об’єкта як джерела питного і культурно-побутового, промислового, сільськогосподарського водопостачання;
  + ступінь рибогосподарського використання водного об’єкта;
  + рівень забрудненості водного об’єкта;

розмір і об’єм водойми, розмір і водність водотоку, режим водойми та її фізико-географічні ознаки

Пункти спостережень ***першої категорії*** розміщуються на водотоках і водоймах, що мають особливо важливе господарське значення, коли можливі випадки перевищення значень певних показників якості води.

Пункти спостережень ***другої категорії*** розмішуються на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим водопостачанням, в місцях відпочинку населення, в місцях скиду колекторно-дренажних вод з сільськогосподарських полів, на граничних створах річок, на кінцевих створах річок.

Пункти спостережень ***третьої категорії*** розміщуються на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (в районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств).

Пункти спостережень ***четвертої категорії*** розміщуються на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках) [12].

Пункти спостереження включають в себе один або декілька створів. Під ***створом*** пункту спостереження розуміється умовний поперечний переріз водойми або водотоку, в якому проводиться комплекс робіт для одержання даних про якість води. Створи спостережень розміщуються з урахуванням гідрометричних умов та морфологічних особливостей водойми або водотоку, розміщення джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод. При спостереженні за якістю води встановлюється не менше трьох створів: один створ вище джерела забруднення, два створи нижче джерела забруднення.

*Перший (фоновий) створ* рекомендується розміщувати на відстані 1 км вище джерела забруднення.

*Другий створ* призначений для контролю за зміною якості води водотоку поблизу випуску стічних вод, тобто в зоні забруднення. Відповідно до санітарних нормативів бажано розміщувати його на відстані 1 км вище найближчого місця водозабору. На річках, що використовуються для рибогосподарських потреб, цей створ повинен розміщуватися на відстані 0,5 км нижче за течією від місця скиду стічних вод, а на водоймах – 0,5 км в сторону найбільш вираженої течії. В містах та селищах контрольний створ розміщують на відстані 0,5-1,0 км нижче останнього колектора.

*Третій створ* розміщують таким чином, щоб дані спостережень характеризували якість води усього водного потоку, тобто він повинен знаходитись у місці достатнього змішування стічних вод з водами річки.

При організації моніторингу поверхневих вод проводять попередні обстеження, що включають вивчення стану водного об’єкта, отримання знань про водокористувачів, джерела забруднення, кількість, склад і режим скидання стічних вод. Далі складається карта-схема водного об’єкта, на якій визначають координати розташування пунктів і створів спостережень, визначають характеристики забруднювальних речовин і складається програма робіт.

Для достовірного оцінювання якості води всієї водойми організовують не менше 3-х створів, по можливості рівномірно розташова-них по акваторії водойми [16].

При організації спостережень на окремих ділянках водойми потрібно:

* на водоймі *з інтенсивним водообміном* встановити один створ вище джерела забруднення (фоновий для даного пункту), інші (не менше двох) нижче за течією від місця скидання стічних вод – на відстані 500 м і в місці досить повного (не менше за 80%) гарантованого змішування стічних вод;
* на водоймах *з уповільненим водообміном* фоновий створ розташувати в частині водойми, де вплив забруднень мінімальний, другий створ – в місці скидання стічних вод, а інші – паралельно другому по різні сторони від нього на відстані 0,5 км від місця скидання стічних вод і безпосередньо за межами зони забруднення.

Кожен створ має декілька вертикалей та горизонталей. Місце розташування вертикалей та кількість горизонтів в кожному створі визначаються характером скидів, особливостями течії водойми, умовами дна рельєфу.

Під *вертикаллю створу* розуміють умовну відвисну лінію від поверхні води до дна водойми або водотоку, на якій виконують роботи для одержання даних про якість води. Кількість вертикалей у створі спостережень визначається шириною зони забруднення. На водотоці у випадку однорідності хімічного складу води у створі робиться тільки одна вертикаль — на стрижні водотоку, а у випадку неоднорідності — не менше трьох (на відстані 3–5 м від кожного берега та на стрижні водотоку). У водоймах робиться не менше двох вертикалей. Першу вертикаль на водоймі розміщують на відстані не більше 0,5 км від берега або від місця скидання стічних вод, останню – безпосередньо за межею зони забруднення.

Під горизонтом створу розуміють місце на вертикалі (в глибину), в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води. Кількість горизонтів на вертикалі визначається з урахуванням глибини водного об'єкта. При глибині до 5 м встановлюється один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду). При глибині від 5 до 10 м встановлюється два горизонти: біля поверхні і біля дна (на відстані 0,5 м від дна). При глибині більше 10 м на водотоках та більше 20 м на водоймах встановлюються три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна. При глибині більше 100 м встановлюються такі горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна. Крім цього, встановлюються додаткові горизонти в кожному шарі зміни щільності води [16].

**5.4 Показники оцінки якості води, моніторинг у сфері питної води**

Природна якість води річок і озер є тим фоном та основою, на яких проходять якісні зміни стану водного об'єкта, спричинені дією людини. Кількісне оцінювання хімічних інгредієнтів здійснюється за результатами поодиноких проб води в пунктах гідрометричних вимірювань [19].

Дані гідрохімічного аналізу дозволяють одержати відомості про якість води лише в пунктах відбору проб води. Для невивчених щодо гідрохімічного складу річок уявлення про природну якість води можна одержати за даними гідрохімічних характеристик «місцевого стоку», під яким розуміють хімічні інгредієнти, що утворюються в результаті розчинення неорганічних і органічних сполук товщі ґрунтів, що складають водозбори малих річок. На великих та середніх річках хімічний склад води формується в результаті змішування різних за складом вод, котрі формуються на малих річках.

Оцінюючи природну якість води, необхідно враховувати її генезис:

– в період повені або суттєвих паводків у річці переважають води, які формуються на поверхні водозабору та в ґрунтовій товщі;

– на спаді повені або великих за об'ємом паводків річкова мережа заповнюється водами ґрунтового походження;

– в період межені в русловій мережі переважають води ґрунтового походження.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що природна якість води змінюється протягом року. На основі досліджень проводять картування хімічних характеристик вод різного походження. Це дозволяє одержати дані про кількість хімічних інгредієнтів місцевого стоку невивчених річок в різні фази водності, а також про їх гідрохімічний режим.

Оскільки малі річки найбільш легко підлягають забрудненню, то для оцінювання фонового стану якості води даної території необхідно ретельно аналізувати вихідні дані та вилучати створи із суттєво порушеним гідрохімічним режимом.

Умови, що їх необхідно дотримуватись при визначенні хімічного складу місцевого стоку малих річок:

– поверхня водозабору повинна бути однорідною за рельєфом з малими перепадами висоти;

– басейн водотоку повинен складатися з порід одного літологічного складу і не мати суттєвого притоку підземних вод, що сформовані за межами даного водозабору;

– ґрунтовий покрив водозабору повинен бути одноманітним за ступенем засоленості хлоридами, сульфатами;

– переважна рослинність повинна займати 70–75% площі водозабору;

– формування фаз водності повинно проходити одночасно на всьому водозаборі [21].

Карти будуються за даними середньо багаторічних значень хімічних інгредієнтів, які характерні для певної фази стоку. При аналізі мінералізації та хімічного складу вод дані про мінералізацію позначаються на карті ізолініями. Крок ізоліній залежить від діапазону коливань мінералізації та масштабу карти. В більшості випадків він приймається кратним 10 або 100 мг/дм3. Дані про хімічний склад води наносять на карту у вигляді значень вмісту аніонів і катіонів, які виражені у відсотковому еквіваленті. Межі районів визначають границями коливань значень в відсотковому еквіваленті. Переважно в один район об'єднуються значення, які відрізняються від середнього по району не більше, ніж на 10-15%.

Окрім карт для оцінювання якості природних вод використовують статистичні методи, які базуються на побудові емпіричних кривих та встановленні кореляційних залежностей між різними хімічними інгредієнтами складу води. Математичні розрахунки дозволяють за одним визначеним показником оцінювати і деякі інші [21].

Водні об’єкти вважають придатними для комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, якщо не порушуються загальні вимоги до складу та властивостей води для відповідної категорії водокористування. При цьому для речовин, які належать до третього та четвертого класу шкідливості, виконується умова: *С* не більше *ГДК* (де *С* – концентрація речовини у водному об’єкті, г/м3), а для речовин, які належать до першого та другого класу шкідливості, виконується умова:

∑ (Cі / ГДКі ) ≤ 1,

де *Сі* та *ГДКі* відповідно, концентрація і ГДК і-ої речовини першого чи другого класу шкідливості.

Водні об’єкти вважають придатними для рибогосподарського водо- користування, якщо не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної рибогосподарської категорії, а для речовин, які належать до однакових ознак, що лімітують шкідливості (ЛОШ), виконується умова:

∑ (Cі / *ГДКі* ) ≤ 1,

де *Сі* та *ГДКі* – відповідно концентрація і ГДК і-ої речовини, яка належить до даної ЛОШ.

Норми якості води повинні виконуватись:

– для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування – на ділянках від пункту водокористування до контрольного створу, який розташований на відстані не менше одного кілометра вище за течією від цього пункту;

– для водойм комунально-побутового та господарсько-питного водокористування – на акваторії в радіусі не менше одного кілометра від пункту водокористування;

– для водотоків рибогосподарського водокористування – в межах всієї рибогосподарської ділянки водотоку, починаючи з контрольного створу, який розташований не далі 500 метрів нижче за течією від місця надходження домішок;

– для водойм рибогосподарського призначення – на всій рибогосподарській ділянці, починаючи з контрольного пункту, який розташований в радіусі не більше 500 метрів від місця надходження домішки.

Екологічні нормативи якості води встановлюються для оцінювання стану водних об’єктів на основі екологічної класифікації поверхневих вод.

Найбільш поширена в Україні система екологічної класифікації якості поверхневих вод містить три класифікаційні групи: сольовий склад, еколого - санітарні показники та показники складу і біологічної дії специфічних речовин.

В залежності від значень показників якості води поверхневі води відносять до певної категорії та класу якості води. Оцінювання якості води виконується шляхом порівняння відповідних показників з показниками, що встановлюються «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (табл. 4).

*Зоною забруднення* називають ту частину потоку, в якій при надходженні забруднювальних речовин порушуються природні біологічні і біохімічні процеси, а концентрація ЗР перевищує прийняті норми за санітарними, рибогосподарськими та іншими показниками. Ґрунти в цій зоні також забруднені.

*Зоною впливу* називають ту частину потоку, в яку надходять стічні води із зони забруднення або безпосередньо зі скиду, але внаслідок невисокої концентрації забруднювальних речовин або ж короткотривалого забруднення в ній зберігається природний характер біологічних та біохімічних процесів [19].

Таблиця 4– Класи та категорії якості поверхневих вод суші

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Клас якості води** | **І** | **II** | | **III** | | **IV** | **V** |
| **Категорія**  **якості води** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| Назви класів та категорій якості води за ступенем їх забрудне-  ності | Дуже чисті | Чисті | | Забруднені | | Брудні | Дуже брудні |
| Дуже чисті | Чисті | Достат- ньо чисті | Слабко забруд- нені | Помірно забруд- нені | Брудні | Дуже брудні |
| Трофність | Оліго-  трофні | Мезотрофні | | Евтрофні | | Політрофні | Гіпер-  трофні |
| Оліго- трофні, оліго- мезо-  трофні | Мезо- трофні | Мезоев- трофні | Ев- трофні | Евполі- трофні | Політрофні | Гіпер- трофні |
| Сапроб-ність | Олігосапробні | | β-мезосапробні | | α-мезосапробні | | Поліса-  пробні |
| β-оліго- са- пробні | α- оліго- са-  пробні | β΄- мезоса- пробні | β΄΄- мезоса- пробні | α΄- мезоса- пробні | α΄΄- мезоса- пробні | Поліса- пробні |

У забруднених водних об'єктах проходить ряд фізико-хімічних та інших процесів, що ведуть до відновлення природного стану їх вод, тобто проходить самоочищення природних вод. Серед процесів самоочищення основну роль грають процеси розбавлення та трансформації забруднювальних речовин.

Під розбавленням розуміють процес зниження концентрації забруднювальних речовин, які входять до складу стічних вод, за рахунок змішування з водою річки або водойми.

Розрахунок розбавлення стічних вод у річці або водоймі може бути використаний для оцінювання всього комплексу явищ, які визначають самоочищення, при введенні числових характеристик фізико-хімічних та біохімічних процесів.

Іноді застосовують методи розрахунку розбавлення, які базуються на використанні чисельних розв’язків рівнянь турбулентної дифузії. Але на практиці найбільше поширення отримав метод, оснований на математичній моделі Фролова-Родзиллера (*І. Д. Родзиллер, 1984*). В результаті розрахунків за цією моделлю можна одержати значення максимальної концентрації забруднювальних речовин на будь-якій відстані від місця скиду стічних вод.

Оцінювання якості води у деякій точці виконується шляхом зіставлення максимальної концентрації забруднювальної речовини з гранично допустимою концентрацією цієї ж речовини [16].

Завданнями державного моніторингу у сфері питної води та питного водопостачання є збирання і систематизація даних про: джерела питного водопостачання; кількість і якість питної води, обсяги використання питної води і скидання стічних вод, споживачів питної води та підприємства питного водопостачання. В результаті систематизації таких даних складається державна звітність за формами, затвердженими органами Держкомстату.

Якість питної води достатньо повно характеризується комплексом хімічних, фізичних та мікробіологічних показників. Державні санітарні правила і норми України (ДСанПіН) визначають показники якості питної води, що певною мірою узгоджені з даними Всесвітньої організації охорони здоров’я.

Водневий показник характеризує концентрацію вільних іонів водню у воді і вимірюється спеціальною одиницею *рН*, яка є десятковим логарифмом концентрації іонів водню, взятої з протилежним знаком (*рН =* – *lg[H+]*). Для питної води допустимим є рівень *рН* в межах 6,0 - 8,5 [6].

Директива Європейського Союзу щодо питної води № 80/778/ЄС (Drinking Water Directive) покладена в основу водного законодавства європейських країн і регламентує 66 нормативних показників якості питної води.

Директива ЄС щодо питної води передбачає рівень І гранично допустимих концентрацій, який є обов’язковим для виконання, і рівень G як довгострокова мета.

Рівень І закріплений у вигляді максимально допустимої концентрації (Maximum Admissible Concentration – MAC) для кожного показника. Норми якості води в країнах-членах ЄС не можуть бути гіршими за рівень МАС. Ця директива ЄС встановлює вимоги до частоти відбору проб води, яка використовується підприємствами харчової промисловості (табл. 5) [12].

Таблиця 5 – Кількість проб питної води для моніторингу (на рік)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Щоденні об’єми води, що використовуються в зоні водопостачання, м3 | Контрольний моніторинг | Аудиторський моніторинг |
| до 100 | \* | \* |
| від 100 до 1000 | 4 | 1 |
| від 1000 до 10000 | 4 +3 на кожні 1000 м3/добу | 1+1 на кожні 3300 м3/добу |
| від 10000 до 100000 | 3+1 на кожні 10000 м3/добу |
| більше 100000 | 10+1 на кожні 250000 м3/добу |

\*Рішення щодо частоти відбору проб приймається кожною державою самостійно.

Мінжитлокомунгосп та підрозділи з питань житлово-комунального господарства, обласних, Київської міської державної адміністрації забезпечують організацію та здійснення моніторингу якості питної води централізованих систем водопостачання та стану стічних вод міської каналізаційної мережі, очисних споруд.

Санітарно-епідеміологічна служба проводить спостереження за джерелами постачання питної води та станом поверхневих вод у місцях відпочинку вздовж річок і водосховищ, у рекреаційних зонах на понад 900 постах спостережень. На сьогодні держсанепіднаглядом охоплено 19139 джерел централізованого водопостачання і 97721 джерело децентралізованого водопостачання, а також санітарно-епідеміологічна служба здійснює хімічний аналіз підземних вод, які призначаються для питного споживання. До складу визначень, що спостерігаються, належать хімічні та мікробіологічні показники. Значна кількість цих показників спостерігається тільки цією службою.

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році кількість водогонів централізованого водопостачання в Україні становила 19290, комунальних водогонів – 1501 (із них 222 забирають воду з відкритих водойм), відомчих – 5293 (відповідно – 81), сільських – 7780 (113), міжрайонних комунальних і сільських – 18 (відповідно – 12). Не відповідали нормативам ДСТУ 2874- 82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги» та контролю якості за бактеріологічними показниками в системах централізованого водопостачання за бактеріологічними показниками – 4,1% досліджених проб, на комунальних водогонах – 3%, відомчих – 4,5%, сільських – 6,5%. Проти 2000 р. загальна кількість проб води з відхиленнями від стандарту за бактеріологічними показниками зменшилась в 1,2 разу. Найбільшу частку відхилень від державного стандарту в системах централізованого водопостачання за бактеріологічними показниками відзначено у Закарпатській (8,4%), Тернопільській (6,6%), Кіровоградській (6,4%) і Вінницькій (6,0%) областях. У водоймах І категорії частка проб води з відхиленнями від гігієнічних нормативів за санітарно-хімічними показниками протягом 2000–2007 рр. становила 17 (2000 р.) – 19% (2007), за мікробіологічними – 14 (2000 р.) – 22% (2007 р.). При цьому кількість проб води, в якій виділені збудники інфекційних захворювань, за останні роки значно знизилась – з 15 (2000 р.) до 0,8% (2007 р.). Пік відхилень від нормативів досліджуваних зразків води з водойм І категорії за кількістю гельмінтів, небезпечних для людини, припав на 2004 рік (5,6%), після чого цей показник знизився до 0,2% (2007 р.)

**6 ЄВРОПЕЙСЬКЕ ЗАКОНОДАВСТВО У СФЕРІ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ**

**6.1 Глобальна система моніторингу навколишнього середовища**

У 1972 році на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища було запропоновано створити Службу Землі, одним з головних компонентів якої було запропоновано Глобальну Систему Моніторингу Навколишнього Середовища (ГСМоНС). Основними завданнями ГСМоНС визначено дослідження антропогенних змін стану природного середовища, які можуть нанести прямі і непрямі збитки людству, а також своєчасне попередження про можливі природні катастрофи.

Глобальний моніторинг – це система спостережень за планетарними процесами і явищами, які проходять у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища [18].

Важливим етапом у виробленні концепції ГСМоНС була Міжуря- дова нарада з моніторингу в Найробі (1974 р.), де було сформульовано сім основних задач програми.

1. Організація розширеної системи попереджень про загрозу здоров’ю.

2. Оцінювання глобального забруднення атмосфери і його впливу на зміни клімату.

3. Оцінювання кількості й розподіл забруднення біологічних систем і харчових ланцюгів.

4. Оцінювання критичних проблем, що виникають внаслідок сільськогосподарської діяльності й землекористування.

5. Оцінювання реакції наземних екосистем на вплив навколишнього середовища.

6. Оцінювання забруднення океану й вплив забруднень на морські екосистеми.

7. Створення вдосконаленої системи попереджень про стихійні лиха в міжнародному масштабі.

Сформульовані задач програми ГСМоНС передбачають роботу в різних напрямках. В багатьох випадках мова йшла не про організацію нових служб, а про максимальне використання вже існуючих систем, їх підтримку та розвиток, ефективне використання інформації [15].

Глобальна система моніторингу органічно переплітається із національними системами – вона значною мірою об’єднує фонові станції національних систем. Біосферні заповідники розглядаються як складова частина ГСМоНС. Головні цілі функціонування ГСМоНС:

– сприяння вивченню біогеохімічних циклів;

– встановлення контрольного рівня ЗР антропогенного походження;

– визначення глобального поширення і тенденцій зміни рівнів забруднення довкілля хімічними речовинами антропогенного походження;

– встановлення фонових рівнів для критичних параметрів екосистем, з якими можна порівнювати дані, отримані в районах імпактних забруднень;

– визначення рівнів окремих критичних забруднень у середовищі та їх розподіл у просторі та в часі;

– вивчення розмірів та швидкості потоків ЗР, їх перетворень і сполук;

– забезпечення можливості порівняння методів спостережень та аналізу за зміною навколишнього природного середовища (НПС) між країнами;

– забезпечення на глобальному і регіональному рівнях інформацією, яка необхідна для прийняття управлінських рішень.

Фоновий моніторинг здійснюється з метою фіксації фонового стану навколишнього середовища, ці показники необхідні для подальшого оцінювання рівня антропогенної дії [12].

Програми спостережень формуються за принципом вибору пріоритетних забруднювальних речовин та інтегральних характеристик. Визначення пріоритетів при організації систем моніторингу залежить від мети та певних завдань: на територіальному рівні перевага надається промисловим містам, джерелам питної води, місцям нересту риб; що ж до середовища спостережень пріоритетним виступає атмосферне повітря та вода прісних водойм та водотоків.

Основні результати, отримані в рамках системи глобального моніторингу:

1. У сфері глобального оцінювання деградації ґрунту складаються карти деградації, виділяються зони ризику, відмічаються зони опустелювання, досліджується стан пасовищ тощо;

2. Організовано систему моніторингу покриву тропічного лісу (в Азії і Латинській Америці).

3. У сфері моніторингу водних ресурсів організовано дослідження водного балансу, виділено різні гідрологічні регіони;

4. У сфері моніторингу фонового стану біосфери проводяться спостереження у 226 біосферних заповідниках 62 країн світу;

5. У сфері моніторингу можливих змін клімату проводяться спостереження за концентрацією *СО2*, мутністю атмосфери, озоносфери і льодовиків світу;

6. У сфері моніторингу живих морських ресурсів контролюється вилов риби і оцінюються її запаси, моніторинг забруднення Світового океану;.

7. У сфері моніторингу стану наземних екосистем виділені еталонні екосистеми;

8. У сфері моніторингу атмосферного повітря контролюються зміни концентрацій хімічних елементів у повітрі [18].

Моніторинг здійснюється на таких станціях:

1) базові станції (для глобального моніторингу дуже низьких фонових концентрацій, найбільш важливих складових атмосфери);

2) регіональні станції (для моніторингу довготривалих змін складу атмосферного повітря, викликаних людською діяльністю);

3) регіональні станції з розширеними програмами.

Спостереження проводять за мінімальними та за розширеними програмами. Мінімальна програма на базових станціях містить вимірювання мутності атмосфери, провідності повітря, вмісту *СО2* у повітрі та хімії опадів. На регіональних станціях ця програма містить спостереження за мутністю атмосфери та хімією опадів. Розширена програма містить додаткові спостереження за діоксидом сірки, сірководнем, вмістом загального озону, чадного газу і всіх сполук азоту, важких металів.

У глобальних кругообігах найважливішу роль відіграє Світовий океан. Він функціонує як великий резервуар біогенних компонентів і є значною часткою продуктивності біосфери. Для характеристики продуктивності Світового океану використовують такі параметри, як біомаса фітопланктону, первинна продукція фітопланктону, концентрація хлорофілу «а». Для аналізу використовується супутникова оптична апаратура типу сканерів, приладів для вимірювання флуоресценції і т. п. Супутникові спостереження звичайно супроводжуються контрольними судновими і буйковими спостереженнями [2].

Особливості географічного розподілу екологічних систем, визначення їхніх границь, масштабів і темпів антропогенного впливу також досліджують за допомогою супутникових дистанційних методів.

Важливою підсистемою моніторингу є вивчення ролі лісів у формуванні біогеохімічних кругообігів, їхнього впливу на формування опадів, на енергетичний баланс, клімат, роль як джерела або стоку вуглекислого газу і т. п.

При вивченні біологічних процесів на суші ключова роль відводиться дослідженню специфіки енергетичного балансу різних природних екологічних систем: пустель, лісів, саван, сільськогосподарських районів й ін.

Глобальні процеси є об'єктом пильної уваги індустріально розвинених країн і міжнародного співробітництва. У рамках загальної угоди між країнами «вісімки» (Великобританія, Італія, Канада, США, Франція, Німеччина, Японія, Росія) створено Міжнародний комітет із природно-ресурсних супутників (IEOSC). У рамках Комісії підписано декларацію про спільні дії із запобігання потепління клімату. Передбачається знизити енергоємність продукції, що випускається, підвищити ККД устаткування на теплових станціях, збільшити частку використання поновлюваних джерел енергії [3].

Прикладом програми глобального моніторингу може бути система Environmental Observance System (EOS) у США. Програма розрахована на тривалу перспективу – 15 років, з початком у 1995 р. Вона має міждисциплінарний характер і працює на основі даних 3 супутників, що обслуговуються персоналом постійної орбітальної системи. У комплект апаратури входить близько 40 приладів: відеоспектрометри, радіометри, лідарні зонди, радіовисотоміри та ін. EOS запланована як всеосяжна інформаційна система, аналіз даних якої дозволить зрозуміти функціонування Землі як природного комплексу «атмосфера-гідросфера- кріосфера-біосфера», дозволить виявити межі його мінливості, оцінити напрямки майбутньої еволюції.

Таким чином, задачі моніторингу довкілля у глобальному масштабі є багатокритеріальними. Однією з головних задач є визначення величини допустимого впливу на біосферу, тобто такого впливу, який не призводить до погіршення стану біосфери з жодного з розглянутих параметрів.

Основними напрямками глобального моніторингу прийнято вважати моніторинг таких процесів:

1) незначних змін, що повсюдно виявляються, наприклад, глобальних змін клімату внаслідок забруднення атмосфери;

2) ефектів, пов'язаних з поширенням ЗР на великі відстані;

3) антропогенних впливів, що характеризуються значною інерційністю ефектів, а також кумулятивним ефектом (наприклад, дія пестицидів).

Організацію спостережень здійснюють з урахуванням системного підходу, який в системі ГСМоНС одержав назву «всебічний аналіз НПС». При такому підході допускається квазіоднорідність забруднень у межах різних територіально-економічних районів.

Пріоритетні фактори, що їх враховують при організації ГСМоНС:

1) інформація про джерела забруднення (з урахуванням регіонів);

2) характеристика ЗР (токсичність, здатність до осадження і т. д.);

3) гідрометеорологічні дані;

4) результати попередніх спостережень за станом середовища;

5) дані про рівні забруднення природних середовищ у суміжних країнах;

6) дані про трансграничні перенесення домішок.

Отже, система глобального моніторингу є інформаційною основою системи управління природоохоронною діяльністю. Оскільки компоненти природного середовища – атмосфера, гідросфера, літосфера, біота – тісно пов'язані між собою, інформація повинна бути комплексною [18].

**6.2 Геоінформатичні системи моніторингу довкілля**

Геоінформатика – це наука про інформаційні процеси, що визначають історію, будову і склад як Землі в цілому, так і її окремих оболонок, включаючи літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу.

Вперше термін «геоінформаційні системи» з’явився у другій половині XX століття як «географічні інформаційні системи».

З точки зору призначення географічна інформаційна система або геоінформаційна система (ГІС) — це інформаційна система, яка забезпечує збирання, збереження, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-орієнтованих даних (просторових даних).

З точки зору програмно-інформаційної реалізації геоінформаційна система (ГІС) – це сукупність електронних карт з умовними позначеннями об’єктів на них, баз даних з інформацією про ці об’єкти та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами як з єдиним цілим.

ГІС-технологія — це технологічна основа створення геоінформаційних систем, які дозволяють реалізувати функціональні можливості ГІС.

Створення і розвиток засобів ГІС-технологій є одним із найважливіших напрямків застосування сучасних досягнень обчислювальної та космічної техніки в різних сферах життєдіяльності людини (господарстві, обороні, охороні довкілля, науці, управління тощо). У світі успішно експлуатуються сотні тисяч геоінформаційних систем.

Значна різноманітність прикладних застосувань геопросторової інформації, постійне вдосконалення технічних засобів, розвиток нових технологій, міжнародне співробітництво зі створення глобальних систем дослідження Землі – все це дає підстави стверджувати, що ГІС-технології в найближчий час будуть більш широко використовуватися в екологічній діяльності, зокрема, при організації та експлуатації систем моніторингу навколишнього природного середовища.

Важливо, що в рамках ГІС досліджується не тільки географічна інформація, а й всі процеси та явища на земній поверхні, в економіці та у суспільстві.

До обов’язкових ознак ГІС відносять:

* просторову (координатну) прив’язку даних;
* відображення просторово-часових зв’язків об’єктів;
* наявність інформації у базах даних про об’єкти карт;
* можливість оперативного оновлення баз даних;
* створення нової інформації шляхом аналізу та синтезу наявних даних;
* забезпечення наукової підтримки прийняття управлінських рішень.

Основою структури ГІС є набір інформаційних шарів. Шар – це сукупність однотипних просторових об’єктів, що їх відносять до однієї теми чи класу об’єктів в межах певної території та позиціонуються у спільній для всіх шарів системі координат. При створенні ГІС велике значення надається вибору базових шарів, які в подальшому будуть використовуватися для суміщення та узгодження всіх даних.

* 1. Особливості громадського соціально-екологічного моніторингу

**Соціально-екологічний моніторинг** – це новий, дуже необхідний елемент в системі комплексного екологічного моніторингу, якому до останнього часу не приділялось належної уваги. Відповідно до положень Орхуської конвенції, яку Україна підписала у 1998 році, соціально-екологічний моніторинг має зайняти належне йому чільне місце в цій системі.

Головними *об’єктами* соціально-екологічного моніторингу є:

* стан і динаміка екологічної безпеки на території держави;
* стан і динаміка розвитку екологічної освіти і культури населення;
* стан і динаміка змін соціально-економічних умов у регіонах і країні;
* стан і динаміка трудових ресурсів у межах досліджуваної території;
* стан і динаміка медико-екологічних умов проживання населення;
* стан і динаміка демографічних процесів на території досліджень;
* стан діяльності громадських екологічних організацій;
* стан екологічної політики і екологічного управління.

*Принципами* соціоекологічного моніторингу є [1]:

*Комплексність* – одночасний контроль за всіма групами показників, які відображають найбільш суттєві особливості варіативності екосистем;

*Безперервність* – передбачає періодичність спостережень кожного соціально-екологічного показника з урахуванням можливих темпів і інтенсивності його змін;

*Єдність мети і завдань* досліджень, які проводяться різними фахівцями (ґрунтознавцями, мікробіологами, агрохіміками, гідрологами, агрометеорологами, соціологами, статистиками, педагогами і т. д.) за узгодженими програмами під єдиним науково-методичним обласним і районним керівництвом;

*Системність досліджень* – одночасне і послідовне дослідження всіх компонентів екосистеми: повітря-вода-ґрунт-рослина-тварина- людина;

*Достовірність досліджень* – передбачає точність просторового варіювання і супроводжується оцінюванням достовірності відмінностей;

*Одночасність* спостережень за системою об’єктів, розташованих в різних природних зонах.

Соціально-екологічний моніторинг має дві взаємопов’язані інформа-ційною базою підсистеми: **наукова і виробнича** [1].

Науковою базою підготовки вихідних даних для застосування технологічних рішень є полігонний соціоекологічний моніторинг. Він може здійснюватися на дослідних ділянках, «прив’язаних» до сільських чи міських населених пунктів і, за умови оснащення сучасними приладами, дозволить проводити фундаментальні дослідження в широкому діапазоні.

Виробнича система включає моніторинг всіх господарських площ району, області і країни за невеликим набором показників через 5…15 років, який дасть можливість отримати надійну систему строкових характеристик.

Єдина система соціально-екологічного агромоніторингу дозволяє зосередити зусилля різних організацій для всебічного спостереження і подальшого оцінювання базових елементів урбо- і агроекосистем, стану здоров’я населення, яке працює в різних галузях господарства.

Сьогодні соціально-екологічний моніторинг, разом із громадськими природоохоронними організаціями, може ефективно виконувати такі функції:

* + підвищення ефективності і оперативності екологічного контролю та ефективності інформування населення про екологічний стан довкілля й надзвичайні ситуації;
  + спостереження за об’єктами на місцях, які не досить повно вивчаються або зовсім не досліджуються у процесі державного чи регіонального моніторингу довкілля;
  + ефективна допомога у розвиткові екологічної освіти, просвіти і культури;
  + сприяння координації зусиль всіх верств населення, науковців, освітян, представників церкви, бізнесу для ефективного вирішення проблеми еколого-безпечного розвитку як «малих батьківщин», так і держави в цілому.

*Соціально-екологічний моніторинг населених пунктів.* Необхідність вдосконалення організаційних форм управління соціальною та екологічною сферами населених пунктів є особливо актуальним завданням при впровадженні принципів сталого розвитку та інтеграції України до ЄС. Сучасна соціальна структура населеного пункту визначається розмірами і демографічною ситуацією, що диктує умови його розвитку або занепаду. В умовах сьогодення близько 70% населення України проживає в містах і прирівняних до них населених пунктах, а решта населення – в сільських населених пунктах. При цьому, майже 84% сільських населених пунктів – це дуже малі села із кількістю жителів від 10 до 200 осіб (вимираючі села), а 60% сільських населених пунктів з кількістю жителів до 1000 осіб є занепадаючими. Сільські населені пункти, що вимирають і занепадають, без державної підтримки (законодавчої, фінансової) практично приречені на зникнення.

Функція держави – створити відповідну законодавчу і нормативну базу для впровадження стратегій соціально- і еколого-економічного (сталого) розвитку всіх населених пунктів, а особливої уваги з боку держави потребує організація розвитку сільських населених пунктів [15].

**Вимоги до методів оцінювання соціоекологічних показників населених пунктів.** В умовах сьогодення концептуальна основа соціально-екологічного розвитку населеного пункту повинна базуватися на нових парадигмах з урахуванням, з одного боку, сучасних вимог до соціальної та екологічної політики держави, а з іншого – з урахуванням особливостей регіону і базових галузей господарства. На перший план при цьому повинні вийти соціально-екологічні критерії вибору стратегії сталого розвитку суспільства та розробка індикаторів сталого розвитку, зокрема, сільських населених пунктів (СНП).

В загальному плані індикатори сталого розвитку СНП повинні орієнтуватися на довготривалі цілі і враховувати екологічну ємність середовища. При цьому індикатори сталого розвитку СНП повинні враховувати також зв'язки між економічними, екологічними і соціальними показниками. Конкретизація зв’язків між вказаними категоріями є найважливішим завданням при реалізації концепції сталого розвитку як на національному рівні, так і на рівні населеного пункту, зокрема сільськогосподарського. Соціально-економічні питання не можуть бути відокремлені від питань довкілля. Всі три категорії питань тісно пов'язані між собою, оскільки економіка існує повністю всередині суспільства, а для суспільства важливі не тільки економічні показники, але й людські взаємини, мистецтво, релігія тощо. Нарешті, само суспільство існує у навколишньому природному середовищі і суттєво впливає на його стан.

Вимоги до екологічних показників сільських населених пунктів. Санітарно-екологічний стан СНП повинен відповідати Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» .

Оцінювання сільських населених пунктів виконується згідно з «Тимчасовою інструкцією про порядок проведення оцінювання впливу на навколишнє середовище при розробці ТЕО (розрахунків і проектів будівництва господарських об’єктів і комплексів), зокрема шляхом визначення показників якості повітряного басейну, стану ґрунтів, якості поверхневих, підземних і ґрунтових вод.

Стан атмосферного повітря населених пунктів, зокрема СНП, визначається згідно з вимогами Закону України «Про охорону атмосферного повітря» та «Положення про державну систему моніторингу довкілля)».

Стан водних ресурсів сільських населених пунктів регламентується Законами України «Про охорону навколишнього середовища» та «Водний Кодекс України», а також НТД 33-4759129-03-04-92 «Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» [7,14].

В межах населених пунктів виконується визначення санітарного стану води (збудники захворювання, бактеріальне число, вміст патогенів та ін.) та її хімічного складу з урахуванням «Методики з упорядкування водоохоронних зон річок України» і «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами».

Санітарний стан ґрунтів території оцінюються за хімічними, бактеріологічними, гельмінозними та ентомологічними показниками за стандартом «Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами». Комплексне оцінювання здійснюється за гранично допустимими концентраціями (ГДК) хімічних речовин у ґрунті та показниками епідеміологічної небезпеки ґрунтів.

Забудова СНП повинна відповідати ДБН 5.2.4-3-95 «Державні будівельні норми України. Генеральні плани сільських підприємств» і Державним санітарним правилам планування та забудови населених пунктів.

Пояси зон санітарної охорони і санітарно-захисні зони тваринницьких комплексів повинні бути облаштовані згідно з ДБН 36.0-92 «Містобудування, планування і забудова міських і сільських поселень», СанПіН 01.3.003.93. «Планування і забудова населених місць України» та відповідати відомчим нормам технологічного проектування ВНТП-СГіП- 46-9-94 «Склад, порядок розробки, погодження та затвердження ПКД на будівництво підприємств, будівель і споруд».

Методи оцінювання екологічних показників сільських населених пунктів. Оцінювання екологічного стану території СНП рекомендується проводити з урахуванням офіційно прийнятої методики оцінювання екологічного стану водозабірних басейнів малих річок України (НТД 33- 4759129-03-04-92). При цьому комплексне оцінювання рівня антропогенного впливу враховує такі підсистеми (блоки) показників:

* + поверхневі води суші – рівень безповоротного водокористування; надходження стічних та забруднених вод до річкової мережі і фактичного використання річкового стоку; показники якості води – хімічного і біологічного забруднення (РК, ХСК, БСК5, концентрація завислих речовин, іонів амонію, нітритів, нітратів, фосфатів, фторидів, заліза, хлоридів, сульфатів), а також бактеріального забруднення (колі-індекс);
* ґрунтовий покрив (в тому числі рослинність) – показники антропогенного впливу на земельні ресурси на території СНП (лісистість, ступінь природного вигляду, розораність, урбанізація і еродованість) та комплексні гігієнічні показники якості ґрунтів – санітарне число, санітарний стан ґрунту, бактеріальне забруднення;
* атмосферне повітря – показники шкідливості підприємств, розташованих на території СНП;
* радіоактивне забруднення – показники радіоактивного забруднення території СНП (радіонукліди у водному і ґрунтовому середовищі – цезій - 137, стронцій -90, плутоній -239 і -240) [3].

**7 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

**7.Теми для самостійного вивчення**

1. Історичні аспекти формування поняття «моніторинг довкілля»

2. Взаємовідносини суб'єктів державної системи моніторингу довкілля

3. Принципи вибору забруднювальних речовин для контролю їх вмісту в

атмосфері

4. Організація безперервної реєстрації забруднень атмосферного повітря

5. Гідробіологічні спостереження за якістю води та донними відкладами

6. Джерела і види забруднення вод океанів та морів

7. Суб’єкти та об’єкти моніторингу морських вод в Україні

8. Показники техногенного порушення геологічного середовища

9. Загальна структура моніторингу геологічного середовища

10. Джерела і види деградації ґрунтів

11. Показники техногенного порушення і забруднення ґрунтів

12. Організація спостережень і контролю за забрудненням ґрунтів

13. Особливості організації фонового моніторингу

15. Організація радіаційного моніторингу

16. Особливості громадського екологічного моніторингу

**7.2 Тести для самоконтролю**

**Тест № 1**

**1. Що таке експертне оцінювання?**

а) процес створення моделі, її налаштування, оцінювання величини похибки й розв'язання на її основі прогнозних задач;

б) отримання та спеціалізована обробка прогнозних оцінок об'єкта через опитування висококваліфікованих фахівців в певній сфері науки, техніки, виробництва;

в) поширення висновків, отриманих в результаті спостереження за однією частиною явища, на іншу частину;

г) встановлення проміжних значень об'єкта на підставі деяких відомих його значень.

**2. Процес створення моделі, її налаштування, оцінювання величини похибки й розв'язання на її основі прогнозних задач – це**

а) моделювання;

б) інтерполяція;

в) екстраполяція;

г) експертне оцінювання.

**3. Привнесення в екосистему різних чужорідних для неї предметів, відходів, сміття, які порушують її природне функціонування без фізико-хімічних наслідків – це**

а) хімічне забруднення;

б) механічне забруднення;

в) фізичне забруднення;

г) біологічне забруднення.

**4. Поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети в цілому в результаті антропогенної діяльності (зникнення малих річок, кислотні дощі та ін.) – це**

а) аварійні забруднення;

б) умисні забруднення;

в) супутні забруднення;

г) випадкові забруднення.

**5. Спостереження за обігом речовин, за складом нехарактерних для біосфери домішок – це**

а) геофізичні спостереження;

б) геохімічні спостереження;

в) хімічні спостереження;

г) спостереження за локальними джерелами впливів.

**6.** **До якого типу інтегральних показників в системі моніторингу довкілля, які виділяє Європейська агенція з навколишнього середовища, відносяться показники сталого розвитку ?**

а) описові показники (*А*);

б) показники виконання (*В*);

в) показники ефективності (*С*);

г) показники політичної ефективності (*D*);

д) сумарні показники добробуту (*E*).

**7. Спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими довкілля, а також за характером, складом, кругообігом і міграцією забруднювальних речовин, за реакцією організмів на забруднення як на рівні окремих популяцій чи екосистем, так і біосфери в цілому це моніторинг**

а) загальний(стандартний);

б) оперативний (кризовий);

в) фоновий (науковий);

г) генетичний моніторинг.

**8.** **Якщо об'єктами спостереження є локальні джерела підвищеної небезпеки (наприклад, зони впливу АЕС), то такий моніторинг називається**

а) національний;

б) регіональний;

в) імпактний;

г) глобальний.

**9. Якщо об'єктами спостереження є загальносвітові процеси і явища в біосфері Землі та в її екосфері, то такий моніторинг називається**

а) глобальний;

б) національний;

в) регіональний;

г) локальний.

**10. Відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям це**

а) система екологічних показників;

б) система державного захисту і безпеки;

в) система екологічного захисту;

г) система моніторингу довкілля.

**11. Який пост призначений для регулярного відбору проб повітря у фіксованій точці місцевості з допомогою пересувного обладнання?**

а) маршрутний;

б) стаціонарний ;

в) опорний стаціонарний;

г) пересувний.

**12. Який пост призначений для виявлення довгострокових змін вмісту основних і найбільш поширених забруднюючих речовин?**

а) опорний стаціонарний;

б) маршрутний;

в) пересувний;

г) всі відповіді вірні.

**13. Повна програма спостережень на стаціонарних постах призначена для отримання інформації про**

а) разові концентрації забруднюючих речовин;

б) середньодобові концентрації забруднюючих речовин;

в) разові та середньодобові концентрації забруднюючих речовин;

г) всі відповіді вірні.

**14. Повна програма спостережень на стаціонарних постах призначена для отримання інформації про**

а) разові концентрації забруднюючих речовин;

б) середньодобові концентрації забруднюючих речовин;

в) разові та середньодобові концентрації забруднюючих речовин;

г) всі відповіді вірні.

**15. Рівень забруднювальної речовини, перевищення якого пов’язане з ризиком для здоров’я людини від короткочасного впливу – це визначення**

а) критичного рівня;

б) інформаційного порогу;

в) цільового показника;

г) порогу небезпеки.

**Тест № 2**

**1. Абсолютна кількість кишкових паличок в 1 дм3 води – це**

а) колі-літр;

б) колі-індекс;

в) колі-забруднення;

г) колі-титр.

**2. Кількість кисню (мг/дм3), котра необхідна для повторного окислювання органічних речовин, у результаті чого *С, Н, S, P* та ін. окислюються до *CO2, H2O, SO4, P2O5*, а азот перетворюється до рівня амонійної солі - це**

а) вміст розчиненого кисню;

б) біохімічне споживання кисню;

в) хімічне споживання кисню;

г) окислювально-відновлювальний показник.

**3. Місце на вертикалі (в глибину), в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води – це**

а) вертикаль створу;

б) створ;

в) об’єктна схема спостережень;

г) територіальна схема спостережень;

д) горизонт створу.

**4. Сукупність інженерних споруд і частину геологічного середовища у зоні їх впливу, що мають фіксовані межі називають**

а) навколишнім природним середовищем;

б) природно-технічною системою;

в) природно-антропогенною системою;

г) виробничим середовищем.

**5. Території з помітним зниженням продуктивності і стійкості екологічних систем, що веде до їх спонтанної деградації відносяться до зони**

а) екологічної норми;

б) екологічного ризику;

в) екологічної кризи;

г) екологічного лиха.

**6. Які еколого-геологічні умови відповідають зоні екологічної кризи?**

а) катастрофічні;

б) незадовільні;

в) задовільні;

г) умовно задовільні.

**7. Які виділяються типи порушень геологічного середовища?**

а) геомеханічні і гідродинамічні;

б) гідробіохімічні ;

в) аеродинамічні;

г) відповіді а) і в).

**8. Спостереження, які включають дослідження процесів міграції забруднюючих речовин в системах: повітря-ґрунт, ґрунт-рослина, ґрунт-вода і ґрунт-донні відкладення відносяться до**

а) режимних або систематичних спостережень;

б) вивчення вертикальної міграції забруднюючих речовин;

в) комплексних спостережень;

г) спостереження за рівнем забруднення ґрунтів у певних пунктах.

**9. Які ґрунти відносяться до сильно забруднених?**

а) вміст забруднюючих речовин у кілька разів перевищує ГДК (фон), що істотно позначається як на властивостях ґрунтів, так і на якості сільськогосподарської продукції;

б) перевищення ГДК (фону) незначне і не призводить до істотних змін властивостей ґрунтів;

в) вміст забруднюючих речовин не перевищує ГДК або фонове значення;

г) немає вірної відповіді.

**10. Порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об’єкті, території або акваторії, спричинене промисловою чи транспортною аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, бойовими засобами ураження, що призвели, або можуть призвести до людських і матеріальних втрат та завдати шкоди навколишньому середовищу – це**

а) кризова екологічна ситуація;

б) надзвичайна екологічна ситуація;

в) екологічна ситуація;

г) екологічне лихо.

**11. Небезпечна подія техногенного характеру, що виникла внаслідок неконтрольованих змін під час будь-якої діяльності, пов’язаної з небезпечними речовинами, механізмами, апаратами на промисловому об'єкті чи на транспорті, і яка призвела до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю – це**

а) екологічна катастрофа;

б) стихійне лихо;

в) епідемія, епізоотія, епіфітотія;

г) ураження бойовими засобами;

д) аварія.

**ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

# 1 Розрахунок гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі населених місць

Для санітарної оцінки повітря населеної зони використають наступні показники: максимальна разова концентрація шкідливої речовини у повітрі населених місць (ГДКм.р.) і середньодобова гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі населених місць (ГДКс.д.) [22].

***ГДКм.р*** – така максимальна концентрація шкідливої речовини у повітрі населених місць, що не викликає рефлекторних (в тому числі субсенсорних) реакцій в організмі людини.

***ГДКс.*д** – така максимальна концентрація шкідливої речовини у повітрі населених місць, що не виявляє прямого або побічного шкідливого впливу на людину в умовах невизначено довгого цілодобового вдихання.

Встановлюючи ГДК шкідливих речовин у повітрі населеної зони, орієнтуються на токсикологічний показник шкідливості або рефлекторну реакцію організму.

Оцінюючи токсичність шкідливих речовин і встановлюючи для них ГДК, широко застосовують математичний засіб, що дозволяє прогнозувати токсикологічну дію хімічних сполук як за їх фізико-хімічними властивостями, так і по результатах токсикологічних досліджень. Подальше вдосконалення математичного засобу встановлення ГДК з притягненням дорегресивного аналізу різних вхідних показників ще більш підвищить його значення у прогнозуванні допустимих меж знаходження в атмосферному повітрі хімічних речовин.

Розрахунок максимальних разових ГДК спирається на значення порогів рефлекторної чинності; середньодобові концентрації враховують головним чином пороги токсичної дії. У тому випадку, коли поріг токсичної дії виявляється менш чутливим, як поріг рефлекторний, то ведучим в обґрунтуванні середньодобових ГДК е поріг рефлекторного впливу. У подібних випадках середньодобові і максимальні разові ГДК, природно, співпадають.

## 1.1 Розрахунок максимальних разових ГДК

Розрахунок проводять за формулами простої лінійної регресії, що дозволяє на підставі знання порогів нюхового відчуття, світлової чутливості ока або біоелектричної активності кори головного мозку розраховувати орієнтовні значення максимальних разових ГДК атмосферних забруднень.

Застосовуються наступні розрахункові формули:

*lg ГДКм.р. = 0,96 lg Х1 – 0,51,* (1)

*lg ГДКм.р. = 0,93 lg Х2 – 0,45,* (2)

*lg ГДКм.р. = 0,97 lg Х3 – 0,23*, (3)

де *X1* – поріг нюху для найбільш чутливих осіб, мг/м3;

*Х2* – поріг світлової чутливості ока, мг/м3;

*Х3* – поріг біоелектричної активності кори головного мозку, мг/м3.

Наведені вище формули дадуть достатньо точні значення максимальних разових ГДК атмосферних забруднень.

## 1.2 Розрахунок середньодобової ГДК

Середньодобові ГДК атмосферних забруднень, як правило, розраховують з урахуванням порога токсичної дії, тобто вони повинні передбачати такі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, які будуть нешкідливі за умови їхнього цілодобового вдихання з повітрям.

Для обчислення ГДК атмосферних забруднень бажано використати значення ГДК шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень.

У роботі Ю.А. Кротова для регресивного аналізу були застосовані нормативні дані ГДКр.з і ГДКс.д, для 75 речовин різних класів. В результаті математичної обробки виведена наступна формула [22]:

*lg ГДКс.д = 0,62 lg ГДКр.з.  - 1,77,* (4)

де *ГДКр.з*. – гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м3.

У розрахунку використають також дані по летальним концентраціям шкідливих речовин [25]:

*lg ГДКс.д = 0,58 lg ЛК50 - 1,6,* (5)

де *ЛК50* – летальна концентрація речовини, що викликає при вдиханні загибель 50% тварин, мМ/л; величина *ЛК50* може бути також виражена у мг/л; для перерахунку мг/л у мМ/л необхідно поділити вхідне значення *ЛК50* на молярну масу речовини.

Розрахунки за наведеними формулами дадуть значні відхилення від узаконених *ГДК*.

***Задача 1***. Знайти максимально разову концентрацію ангідриду сульфітної кислоти у повітрі населеної зони, якщо поріг нюхового відчуття для нього складає (0,87... 2) мг/м3 [22]. Узаконена *ГДКм*р для *SO2* є рівною 0,5 мг/м3 [22].

***Задача 2****.* Розрахувати середньодобову граничне допустиму концентрацію ангідриду сульфітної кислоти у повітрі населеної зони, якщо граничне допустима концентрація *SO2* у повітрі робочої зони складає 10 мг/м3 [22]. Узаконена *ГДКс.д* складає 0,05 мг/м3 [22].

***Задача 3****.* Визначити середньодобову гранично допустиму концентрацію шкідливої речовини у повітрі населених місць, якщо відомі *ГДКр.з, ЛК50* і молярна маса речовини (табл. 6).

Таблиця 6 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Речовина | Вінілацетат | Пентафторіодетан | Перфторпентан |
| Формула | *СН3СООСН=СН2* | *СF3СF2I* | *С5F12* |
| Молярна маса М, г/моль | 86,09 | 246 | 288,05 |
| ЛК50, мг/л | 4,7 | 330 | 128 |
| Узаконена ГДКр.з [25], мг/м3 | 10 | - | 0,5 |
| Узаконена ГДКс.д [25], мг/м3 | 0,15 | - | - |

# 2 Визначення сумарної концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони при їх сумісній присутності

Вміст шкідливих речовин у повітрі регламентується ГН 3.3.5-8-6.6.1 - 2002 [9]. Він не повинен перевищувати граничне допустиму концентрацію, яка виражається в мг/м3.

Якщо у повітрі робочої зони декілька шкідливих речовин схожої дії для забезпечення безпеки роботи має виконуватися наступна умова [22]:

*q* = *С1/ГДКр.з.1* + *С2/ГДКр.з.2* + ... + *С n /ГДКр.з.n*≤1, (6)

де *q* – безрозмірна сумарна концентрація шкідливих речовин у повітрі;

*С1*...*С n* – концентрація шкідливих речовин у повітрі, мг/м3;

*ГДКр.з.1… ГДКр.з.n* – гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м3.

До шкідливих речовин однонаправленої дії, як правило, відносять шкідливі речовини, близькі за хімічним складом та характером дії на людину.

Вміст шкідливих речовин у повітрі, що поступає у виробниче приміщення, не повинен перевищувати 0,3 ⋅ ГДК, встановлених для повітря робочої зони.

Викиди в атмосферу забрудненого повітря слід передбачити та розрахувати так, щоб концентрація шкідливих речовин в них не перевищувала норм, вказаних в[9].

Допустимий вміст пилу у повітрі, що викидається в атмосферу, знаходиться розрахунком за наступними формулами.

1. При витраті повітря, що викидається в атмосферу, більше 15 000 м3/год.:

*С n =* 100 ⋅ *К*, (7)

2. При витраті повітря, що викидається в атмосферу, 15 000 м3/год. і менше:

*С n* = (160 – 4 ⋅ *Q*) ⋅ *К*, (8)

де *Q* – витрати повітря, тис. м3/год.;

*К* – коефіцієнт, значення якого приймається у залежності від гранично допустимої концентрації пилу у повітрі робочої зони [10]. Коефіцієнт *К* може приймати значення, наведені в таблиці 7.

Таблиця 7 – Значення коефіцієнта *К*

|  |  |
| --- | --- |
| Якщо *ГДКр.з.* пилу 2 мг/м3 і менше | 0,3 |
| Якщо *ГДКр.з*. пилу від 2 мг/м3 до 4 мг/м3 | 0,6 |
| Якщо *ГДКр.з.*. пилу від 4 мг/м3 до 6 мг/м3 | 0,8 |
| Якщо *ГДКр.з.* пилу 6 мг/м3 і більше | 1 |

При незначній загальній кількості забруднених вентиляційних викидів чи малій концентрації шкідливих речовин у повітрі, що викидається, допускається не робити його очистку, якщо при розсіюванні в атмосфері в найбільш несприятливих умовах буде забезпечене виконання нормативів, вказаних у документах [10].

В ряді виробничих ситуацій через недосконалість технологічних процесів та недостатню ефективність очисних засобів вміст шкідливих речовин у промислових газах перевищує встановлені значення ГДК. Такі шкідливі викиди не повинні потрапивши в атмосферу. Однак, якщо їх розбавити певною кількістю чистого повітря, то можна знизити концентрацію шкідливих речовин до гранично допустимої межі, після чого отриману газову суміш можна буде викидати у повітряне середовище. Розбавлення допускається лише в тих випадках, коли абсолютна кількість забруднених викидів невелика і співрозмірна з кількістю необхідного для розбавлення чистого повітря.

При розрахунку розбавлення визначають коефіцієнт розбавлення *Кр*, об'ємні витрати чистого повітря *Qр* та сумарні витрати газоповітряної суміші після розбавлення *Qсум*..

Коефіцієнт розбавлення розраховується за формулою:

*Кр* = *С*/ *ГДКр.з.* (9)

де *С* – фактична концентрація шкідливої речовини у викидах, мг/м3,

*ГДКр.з.* – гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м3.

Необхідні для розбавлення об'ємні витрати чистого повітря, м3/год.:

*Qр* = *Q0* ⋅ (*Кр* – 1), (10)

де *Q0* – початкові об'ємні витрати шкідливих викидів, м3/год.

Сумарний об'єм витрат газової суміші після розчинення, м3/год.:

*Qсум*. = *Q0* ⋅ *Кр* (11)

Якщо присутні у викидах декілька шкідливих речовин схожої дії розрахунок проводять за наступною схемою. Спочатку знаходять безрозмірну сумарну концентрацію шкідливих речовин у повітрі за формулою (6). Якщо величина *q* буде менше або дорівнюватиме 1, то у розчиненні немає потреби, інакше приймають *q* = *Кр*і розрахунок проводять за вищенаведеною схемою для однієї шкідливої речовини у викидах.

***Приклад 1.*** Визначите, чи буде небезпечною сумарна дія акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата, якщо їх концентрації в суміші рівні, мг/м3: с (акрилова кислота) – 0,04, с (метакрилова кислота) – 0,006, с (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003, с (бутилметакрилат) – 0,01.

*Рішення*

Кожній забруднюючій речовині для зручності привласнюємо порядковий номер.

Таблиця – Вихідні дані

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Забруднююча речовина | Номер речовини | Концентрація речовини *Сi*, мг/м3 | *ГДКм.р.,* мг/м3 |
| Акрилова кислота | 1 | 0,04 | 0,1 |
| Метакрилова кислота | 2 | 0,006 | 0,03 |
| Бутиловий ефір акрилової кислоти | 3 | 0,003 | 0,0075 |
| Бутилметакрилат | 4 | 0,01 | 0,04 |

Визначаємо безрозмірну сумарну концентрацію *q* по формулі (6).

*q* =  +  +  +  =

= * +  +  +  = 1,25*;

Оскільки безрозмірна сумарна концентрація *q* = 1,25 більше 1 (*q* > 1), а приведена концентрація *Спр* = 0,125 мг/м3 більше максимальної разової гранично допустимої концентрації акрилової кислоти *ГДК1* = 0,1 (*Спр* > *ГДК1*), то сумарна дія односпрямованих речовин небезпечна для здоров'я людини.

***Приклад 2.*** Визначте, при якій максимальній концентрації акрилової кислоти суміш шкідливих речовин односпрямованої дії (акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата) буде безпечна для здоров'я людини. Концентрації шкідливих речовин в суміші рівні, мг/м3: с (метакрилова кислота) – 0,006, с (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003, с (бутилметакрилат) – 0,01.

*Рішення*

Кожній забруднюючій речовині для зручності привласнюємо порядковий номер.

Таблиця – Вихідні дані

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Забруднююча речовина | Номер речовини | Концентрація речовини *Сi*, мг/м3 | *ГДКм.р.,* мг/м3 |
| Акрилова кислота | 1 | *x* | 0,1 |
| Метакрилова кислота | 2 | 0,0021 | 0,03 |
| Бутиловий ефір акрилової кислоти | 3 | 0,0054 | 0,0075 |
| Бутилметакрилат | 4 | 0,0018 | 0,04 |

З рівняння (6) для безрозмірної сумарної концентрації *q* визначаємо концентрацію акрилової кислоти *С1*. Оскільки сумарна дія суміші шкідливих речовин односпрямованої дії має бути безпечним для здоров'я людини, повинні виконуватися умови *q* ≤ 1; *Спр* ≤ *ГДК*. Тому набуваємо значення безрозмірної сумарної концентрації рівним одиниці (*q* =1).

*q* =  +  +  +  = 1.

Звідси максимальна концентрації акрилової кислоти *С1*, при якій суміш шкідливих речовин односпрямованої дії буде безпечна для здоров'я людини, рівна:

*С1* = .

*С1* =  = 0,0165 мг/м3.

***Задача 4****.* Розрахунком показати, чи буде шкідливим для людини сумарна дія забруднюючих речовин, присутніх у повітрі робочої зони в концентраціях ***С1***, ***С2***, ***С3***та ***С4***. Вихідні данні для розрахунку наведені в табл. 8.

Таблиця 8 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування | | Варіант | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Концентрація С1, мг/м3 | ацетон | 20 | 40 | 4,0 | 2,0 |
| Концентрація С2, мг/м3 | фенол | 0,5 | 0,02 | 0,1 | 0,04 |
| Концентрація С3, мг/м3 | формальдегід | 0,12 | 0,6 | 0,2 | 0,3 |
| Концентрація С4, мг/м3 | фурфурол | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 2,5 |
| *ГДКр.з..1* мг/м3 | ацетон | 200 | 200 | 200 | 200 |
| *ГДКр.з. 2*, мг/м3 | фенол | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *ГДКр.з..1* мг/м3 | формальдегід | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *ГДКр.з. 2*, мг/м3 | фурфурол | 10 | 10 | 10 | 10 |

***Задача 5****.* Розрахувати, якою може бути концентрація нітроген оксидів (*С1*) у повітрі робочої зони при заданих концентраціях сульфур діоксиду (*С2*) та гідроген сульфіду (*С3*), для того, щоб повітряно-газова суміш була безпечною для людини. Вихідні данні для розрахунку наведені в табл. 9.

Таблиця 9 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
|  | 1 | 2 | 3 |
| Концентрація ***С2***, мг/м3 | 0,03 | 1,00 | 2,50 |
| Концентрація ***С3***, мг/м3 | 0,02 | 0,05 | 0,75 |
| *ГДКр.з..1* мг/м3 | 5 | 5 | 5 |
| *ГДКр.з. 2*, мг/м3 | 10 | 10 | 10 |
| *ГДКр.з. 3*, мг/м3 | 10 | 10 | 10 |

***Задача 6****.* Розрахунком визначити допустимий вміст пилу у повітрі, що викидається в атмосферу. Відомі витрата повітря, яке викидається, та гранично допустима концентрація пилу у повітрі виробничих приміщень (*ГДКр.з*.). Вихідні данні для розрахунку наведені в табл. 10.

Таблиця 10 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Витрата, повітря, яке викидається в атмосферу, тис. м3/год. | 100 | 15 | 10 |
| *ГДКр.з*., мг/м3. | 10 | 6 | 2 |

***Задача 7****.* З плавильної печі виходять гази, які містять оксиди сульфура *(SО2*, *SО3*) та нітрогену (*NOx*,). Відомі початкові об'ємні витрати викидів та вміст шкідливих речовин в них (*С1* та *С2* відповідно). Якої потужності вентилятор необхідно встановити, щоб розбавляти газ повітрям? Якою буде сумарна кількість газів після розбавлення? Вихідні данні для розрахунку наведені в табл. 11.

Таблиця 11 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Початкові об'ємні витрати викидів тис. м3 /год. | 10 | 10 | 10 |
| Концентрація С1, мг/м3 | 10 | 15 | 8 |
| Концентрація С2, мг/м3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| ГДКр.з..1 мг/м3 | 10 | 10 | 10 |
| ГДКр.з. 2, мг/м3 | 5 | 5 | 5 |

# 3 Встановлення фонової концентрації шкідливих речовин шляхом розрахунку

Розрахунок фонових концентрацій виконується за методикою, викладеній в ОНД-86 [9].

Фонова концентрація шкідливої речовини (*Сф*) для окремого джерела викиду характеризує забруднення атмосфери в місті або іншому населеному пункті, створюване іншими джерелами, виключаючи даний.

Фонова концентрація визначається за даними спостережень або розрахунковим шляхом.

Спостереження за забрудненням атмосферного повітря проводять за нормативною методикою, затвердженою Держкомгідрометом і Мінздравом України.

Фонові концентрації шкідливих речовин встановлюють за даними регулярних спостережень на мережі постів Загальнодержавної служби спостережень і контролю за забрудненням об'єктів природного середовища або за даними підфакельних спостережень.

За даними спостережень величина *Сф* визначається як рівень концентрацій, що перевищується в 5-ти процентах спостережень за разовими концентраціями.

Фонова концентрація шкідливої речовини встановлюється або єдиним значенням по місту, або, у випадку виявлення значних змін, диференційовано по території міста, а також по градаціям швидкості та напрямку вітру.

При розрахунках для діючих джерел забруднення і джерел, що реконструюються (підприємств), враховують значення фонової концентрації *С’ф*, яка являє собою фонову концентрацію *Сф*, з якої виключено вклад в забруднення атмосфери джерела (підприємства), яке розглядається.

Концентрація Сф визначається розрахунком за формулами, мг/м3:

*С’ф* = Сф ⋅ (1 – 0,4 ⋅ *С* / *Сф*), якщо *С* < 2 *Сф*, (12)

*С’ф* = 0,2 ⋅ *Сф*, якщо *С* > 2 *Сф*, (13)

де *С* – максимальна розрахункова концентрація шкідливої речовини від даного джерела (підприємства) для місця розміщення посту, на якому встановлюється фон, розрахована при значеннях параметрів викиду, стосовних до періоду часу визначення фонової концентрації, мг/м3.

Для джерела, що будується (підприємства), приймають, що *С’ф* = *Сф*. Для підприємств розраховують також значення фонової концентрації *С’фп*, на момент досягнення граничне допустимих викидів (на перспективу) по формулам, мг/м3:

*С’фп* = *ГДКм.р.* – *С’ф* / (*С0м* + *С’ф*), якщо *С0м* + *С’ф* > *ГДКм.р*., (14)

*С’фп* = *ГДКм.р*. – *С0м*, якщо *С0м* + *С’ф* ≤ *ГДКм.р.*, (15)

де *С0м* – максимальна розрахункова концентрація шкідливої речовини від сукупності джерел підприємства, розрахована при значеннях параметрів викиду, стосовних до періоду часу, за який визначалася фонова концентрація, мг/м3;

*ГДКм.р* – максимальна разова гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі населених пунктів, мг/м3.

За відсутності даних спостережень за приземними концентраціями шкідливої речовини, що розглядається, або у випадках, коли у відповідності до нормативної методики засіб спостережень не є відповідним для сукупності джерел міста (промислового району) фонову концентрацію розраховують за параметрами, отриманими при загальноміській інвентаризації викидів.

***Задача 8****.* Технологічні викиди аглоцеха після очистки містять певну кількість пилу, що потрапляє за допомогою димових труб після розсіювання в атмосферу міста. За даними підфакельних спостережень, для місця розміщення конкретного посту, визначені фонова і максимальна розрахункова концентрації пилу (табл. 12). Розрахувати фонову концентрацію, яка характеризує дане джерело викиду.

Таблиця 12 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
|  | 1 | 2 | 3 |
| Концентрація фонова, мг/м3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Концентрація максимальна розрахункова, мг/м3 | 2,2 | 1,7 | 2,0 |

***Задача 9****.* За даними спостережень за приземними концентраціями пилу для невеликого заводу встановлені чисельні значення фонової концентрації і максимальної розрахункової концентрації пилу в атмосферному повітрі (табл. 13). Чому дорівнює фонова концентрація пилу для заводу на момент досягнення гранично допустимих викидів? Максимальна разова гранична допустима концентрація нетоксичного пилу у повітрі населених місць складає 0,5 мг/м3 [22].

Таблиця 13 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 9

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Концентрація фонова, мг/м3 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Концентрація максимальна розрахункова, мг/м3 | 1,8 | 1,9 | 2,0 |

# 4 Захист будівельних конструкцій від корозії

Питання захисту будівельних конструкцій від корозії вирішується у відповідності з вимогами СНІП.2.03.11-85. Діючі норми розповсюджуються на проектування захисту від корозії під дією агресивних середовищ будівельних конструкцій (бетонних, залізобетонних, сталевих, алюмінієвих, дерев'яних, кам'яних і азбестоцементних) будинків і споруд.

Захист будівельних конструкцій слід здійснювати із застосуванням корозійностійких у даному середовищі матеріалів і виконанням конструктивних вимог (первинний захист), нанесенням на поверхню конструкцій металевого, оксидного, лакофарбового і мастильного покриття, мастил, плівкових, облицьовувальних та інших матеріалів (вторинний захист), а також із застосуванням електрохімічних засобів.

За силою впливу на будівельні конструкції середовища поділяються на неагресивні, слабоагресивні, середньоагресивні і сильноагресивні. За фізичним станом середовища ділять на газові, тверді і рідкі. Групи агресивних середовищ у залежності від їхньої концентрації приведено у таблиці 14.

Таблиця 14 – Групи агресивних середовищ\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Концентрація для груп газів, мг / м3 | | | |
| А | В | С | D |
| Карбон (IV) оксид | <2000 | >2000 | - | - |
| Амоніак | <0,2 | 0,2-20 | >20 | - |
| Сульфур (IV) оксид | <0,5 | 0,5+10 | 10+200 | 200+1000 |
| Гідроген фторид | <0,05 | 0,05-5 | 5+10 | 10+100 |
| Дігідроген сульфід | <0,01 | 0,01+5 | 5+100 | >100 |
| Нітроген оксиди | <0,1 | 0,1+5 | 5+25 | 25+100 |
| Хлор | <0,1 | 0,1+1 | 1+5 | 5+10 |
| Гідроген хлорид | <0,05 | 0,05+5 | 5+10 | 10+100 |

\*Якщо концентрації газів перевищують межі, означені у графі D таблиці 14, можливість застосування матеріалу для будівельних конструкцій слід визначати на підставі даних експериментальних досліджень. За наявності у середовищі декількох газів приймається більш агресивна (від А до В) група, якій відповідає концентрація одного або декількох газів.

\*\*Нітроген оксиди, що розчиняються у воді з утворенням розчинів кислот.

## Бетонні і залізобетонні конструкції. При проектуванні бетонних і залізобетонних конструкцій, призначених для експлуатації в агресивному середовищі, їх корозійну стійкість слід забезпечувати застосуванням корозійностійких матеріалів, домішок, що підвищують корозійну стійкість бетону, зниженням проникливості бетону технологічними прийомами.

У випадку недостатньої ефективності названих вище мір, повинен бути передбачений захист поверхні конструкції, наприклад: лакофарбовими покриттями, ізоляцією, що склеює з листових матеріалів, футерівкою або застосуванням виробів з кераміки, скла, кам'яного лиття, природного каменя, штукатурними покриттями на основі цементу, полімерних в'яжучих, рідкого скла, бітуму, ущільнюючою обробкою проникливими хімічними стійкими матеріалами.

Ступінь агресивності впливу газових середовищ на конструкції з бетону і залізобетону наведено у таблиці 15.

Таблиця 15 – Вплив агресивних газових середовищ на конструкції з бетону і залізобетону

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вологоємний режим приміщення | Група газів | Ступінь агресивного впливу на конструкцію | |
| Зона вологості | з бетону | з залізобетону |
| Сухий /Суха | А  В  С  D | Неагресивний  Неагресивний  Неагресивний  Неагресивний | Неагресивний  Неагресивний  Слабоагресивний  Середньоагресивний |
| Нормальний / Нормальна | А  В  С  D | Неагресивний  Неагресивний  Неагресивний  Слабоатресивний | Неагресивний  Слабоагресивний  Середньоагресивний  Сильноагресивний |
| Вологий / Волога | А  В  С  D | Неагресивний  Неагресивний  Слабоагресивний  Середньоагресивний | Слабоагресивний  Середньоагресивний  Сильноагресивний  Сильноагресивний |

Для конструкцій опалюваних будинків, на поверхні матеріалів яких допускається утворення конденсату, ступінь агресивного впливу середовища встановлюється як для конструкцій у середовищі з вологим режимом приміщень.

За наявності у газовому середовищі декількох агресивних газів ступінь агресивного впливу середовища визначається за найбільш агресивним газом.

Захист поверхонь конструкцій з бетону і залізобетону слідує передбачати у випадках, означених у таблиці 16, і призначати у залежності від виду і міри агресивного впливу середовища.

Таблиця 16 – Захист конструкцій з бетону та залізобетону

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Середо-вище | Ступінь агресивного впливу середовища | Групи покриття (над рискою) та товщина покриття (під рискою), мм | | | |
| Лакофарбові | | Оклею-вальні | Облицю-вальні |
| звичайні | мастильні |
| Газове, тверде | Слабоагресивний | І\*, II\* | — | — | — |
| 0,1-0,15 |
| Середньоагресив-ний | III\*\* | — | — | — |
| 0,15-0,2 |
| Сильноагресивний | IV | — | — | — |
| 0,2-0,25 |

\*Покриття І та II груп слід застосовувати за наявності вимог до оздоблення.

\*\*Покриття III групи слід застосовувати у середовищі за наявності газів групи В і у вологому режимі приміщення (або у вологій зоні), а також для захисту внутрішньої поверхні конструкцій, що відблискують, з легких або пористих бетонів.

Лакофарбові, облицювальні покриття і покриття, що склеюють у відповідності з їхніми захисними властивостями поділяються на чотири групи, причому захисні властивості груп покриття підвищуються від першої до четвертої.

***Задача 10****.* Будинок відділення випалу вапняку аглоцеху споруджено із залізобетонних конструкцій. Повітря у робочому приміщенні забруднене оксидом карбону (IV) (до 0,1% за об'ємом). Вологоємний режим у приміщенні - сухий; зона вологості - суха. Запропонувати захист залізобетонних конструкцій від агресивного впливу повітряного середовища.

***Задача 11****.* Будинок травильного відділення прокатного цеху споруджено з бетонних конструкцій. Повітря у робочому приміщенні забруднене гідроген хлоридом (1 - 2 мг/м3). Вологоємний режим у приміщенні - нормальний; зона вологості -нормальна. Розробити захист бетонних конструкцій від агресивного впливу повітряного середовища.

***Задача 12****.* Будинок спікального відділення аглоцеху споруджене із залізобетону. Повітря у робочому приміщенні забруднене *SO4*(понад 0,5 мг/л). Вологоємний режим у приміщенні - сухий, зона вологості - суха. Запропонувати захист залізобетонних конструкцій від агресивного впливу повітряного середовища.

## Металеві конструкції. Ступінь агресивного впливу газових середовищ на металеві конструкції показано у таблиці 17.

Таблиця 17 – Вплив агресивних газових середовищ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вологоємний режим приміщення | Група газів | Ступінь агресивного впливу на конструкцію | | |
| Зона вологості | в опалюваних будівлях | в неопалюваних будівлях | на відкритому просторі |
| Сухий / Суха | А  В  С  D | Неагресивний Неагресивний Слабоагресивний Середньоагресивний | Неагресивний Слабоагресивний Середньоагресивний Середньоагресивний | Неагресивний Неагресивний Слабоагресивний Середньоагресивний |
| Нормальний / Нормальна | А  В  С  D | Неагресивний  Слабо агресивний  Середньоагресивний Середньоагресивний | Слабоагресивний Середньоагресивний Середньоагресивний Сильноагресивннй | Неагресивний  Слабоагресивний Середньоагресивний Сильноагресивний |
| Вологий / Волога | А  В  С  D | Слабоагресивний Середньоагресивний Середньоагресивний Середньоагресивний | Середньоагресивний Середньоагресивний Сильноагресивний Сильноагресивний | Слабоагресивний Середньоагресивний Сильноагресивний Сильноагресивний |

Оцінюючи ступінь агресивного впливу середовища на алюмінієві конструкції не слід враховувати вплив сульфур (IV) оксиген, дигідроген сульфіду, нітроген оксидів та амоніаку у концентраціях за групами А і В; ступінь агресивного впливу у вологій зоні при наявності газів за групою А слід оцінювати як слабоагресивну.

Оцінюючи ступінь агресивного впливу середовища не слід враховувати вплив карбон (IV) оксигену.

Захист поверхонь металевих конструкцій необхідно призначати у залежності від виду і ступеня агресивного впливу середовища. Засоби захисту металевих конструкцій від корозії приймають у відповідності з таблиці 18.

Таблиця 18 – Вплив агресивних, газових середовищ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | Групи лакофарбових покриттів\* | | | | | | |
| Умови експлуатації конструкції | | | Матеріал конструкції | | | Матеріал металевого захисного покриття | | |
| вуглецева та низько-легована сталь1 | Оцинкована сталь класу 1 (за ГОСТ 14918-80) | | цинкове покриття (гаряче цинкування) | | цинкове та алюмінієве покриття (напилення) |
| В опалюваних та неопалюваних будівлях | Приміщення з газами групи А | Слабоагресивне | Іп-2(55)2 | | ІІа-2(40)3 | | Без лакофарбового покриття | | | | |
| Середньо-агресивне | ІІа - 4(110) | | Не застос-вувати | | ІІа-2(60) | ІІа-2(60) | | |
| Приміщення з газами груп В,С,D | Слабо-агресивне | ІІІх-2(60)4 | | ІІІа - 2(60)3 | | Без лакофарбового покриття | | | |
| Середньо-агресивне | ІІІх-4(110)5 | | Не застосо-вувати | | ІІІх-4(110) | ІІІх-2(60) | | |
| Сильно-агресивне | ІVх-7(180)8 | | Не застосо-вувати | | Не застосо-вувати | ІVх-5(130)5 | | |
| На відкритому просторі та під стріхою | Гази групи А | Слабо-агресивне | Іа-2(55)7 | | ІІа-2(40)3,7 | | Без лакофарбових покриттів | | | |
| Середньо-агресивне | ІІа - 3(80)5,7 | | Не застос-вувати | | ІІа-2(60)7 | ІІа-2(60)7 | | |
| Гази груп В,С,D | Слабо-агресивне | ІІа-2(55)7 | | ІІа - 2(40)3,7 | | Без лакофарбового покриття | | | |
| Середньо-агресивне | ІІІа-3(80)5 | | Не застосо-вувати | | ІІа -2(60) | ІІа - 2(60) | | |
| Сильно-агресивне | ІVх-5(130)5,6 | | Не застосо-вувати | | Не застосо-вувати | ІVа-3(80) | | |

\*Групи лакофарбного покриття для сталевих конструкцій (римські цифри) та індекс покриття (літери), число покривних шарів (арабські цифри), загальна товщина лакофарбового покриття, включаючи ґрунтовку, мкм (у дужках).

1. З урахуванням вимог до захисту конструкцій з сталі марок 10ХНДП, 10ХСНД, І3ХСНД та 10ХДП.

1. За відносної вологості повітря приміщень понад 80% та температурі 12 - 24°С або в умовах конденсації вологи - ІІа - 2(40).
2. Див. довідковий додаток 14 СНІП.2.03.11-85.
3. Окрім епоксидних лакофарбових матеріалів.
4. Застосовуючи поліхлорвінілові лакофарбові матеріали і матеріали на сополімерах вінілхлориду кількість покривних шарів слід збільшувати на 1, а загальну товщину покриття - на 20 мкм.

6. Застосовуючи епоксидні матеріали, а також тонкошарові матеріали на інших основах допускається зменшення кількості покривних шарів при умові забезпечення необхідної товщини покриття.

7. Для захисту конструкцій, які знаходяться під стріхами, допускається застосування лакофарбових матеріалів з індексом «ан» замість «а».

8. Покриття повинні бути стійкими до впливу певних середовищ

***Задача 13****.* На відкритому повітрі (під стріхою) знаходиться споруда зі сталевих конструкцій (низьколегована сталь). Вміст сульфур (IV) оксигену у повітрі на майданчикові досягає 0,5 мг/м3. Зона вологості - волога. Запропонувати захист сталевих конструкцій спорудження від корозії.

***Задача 14.***Для споруди, яка знаходиться на відкритому повітрі, прийняті металеві конструкції з металевим захисним покриттям (цинкове покриття). Вміст гідроген хлориду у повітрі на майданчикові перевищує 0,05 мг/м3. Зона вологості - нормальна. Запропонувати захист металевих конструкцій від агресивного впливу атмосферного повітря.

***Задача 15.****.* У приміщенні цеху є металеві конструкції з вуглецевої сталі. Вміст гідроген фториду у повітрі робочої зони періодичні досягає 0,2 - 0,3мг/м3. Вологоємний режим у приміщенні - нормальний. Зона вологості - нормальна. Запропонувати захист металевих конструкцій від корозії.

# 5 Оцінка забруднення атмосферного повітря транспортними засобами чадним газом

Орієнтовна оцінка забруднення повітряного середовища вихлопними газами автотранспорту може бути проведена за методикою, яка дозволяє розрахунком оцінити забруднення повітря у зоні автомагістралі однім з основних шкідливих компонентом вихлопів - чадним газом, У відповідності з методикою може бути визначена концентрація карбон (II) оксигену як на автотрасі, так і на різних відстанях від неї.

В умовах затишної погоди і за відсутності температурної інверсії концентрація чадного газу в зоні автотраси наближено визначається за формулою, мг/м3:

С*со, о* = (7,33 + 0,026 ⋅ *Nа*) ⋅ *К1* ⋅ *К2* ⋅ *К3*, (16)

де *Nа* – інтенсивність руху транспортних засобів на автомагістралі в обох напрямках, авто/г;

*К1* – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив складу потоку і швидкості транспортних засобів;

*К2* – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив схилу чи підйому траси;

*К3* – безрозмірний коефіцієнт, що враховує очікуване зниження токсичності викидів завдяки вдосконаленню конструкції автомобільного двигуна (для 1993 р., приймають *К3* = 0,17,для 2000 р. – *К3* = 0,11).

Інтенсивність руху автомобілів на магістралі визначають розрахунком, авто/г:

*Nа* = *Nл* ∙ *К*4, (17)

де *Nл* – число легкових автомобілів, що снують по магістралі в обох напрямках протягом години, авто/г;

*К4* – безрозмірний коефіцієнт, що враховує частку малолітражних автомобілів у загальному потоці машин (табл. 19).

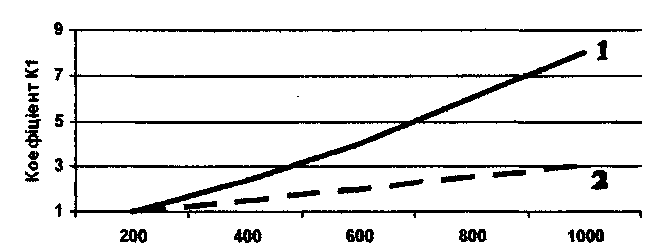
Таблиця 19– Чисельні значення коефіцієнта *К4*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Відсотки малолітражних автомобілів | <10 | 10-30 | 30-50 | 50-70 | 70-100 |
| Коефіцієнт *К4* | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |

Числові значення коефіцієнта *К1* знаходять за графіком (рис. 8). Значення коефіцієнта *К2* в залежності від схилу траси наведені у таблиці 20.

Таблиця 20 – Чисельні значення коефіцієнта *К2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Схил траси, % | <10 | 10-30 | 30-50 | 50-70 |
| Коефіцієнт *К2* | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |



**Коефіцієнт К1**

**Кількість автомашин, авто/г**

1 – карбюраторні двигуни; 2 – дизельні двигуни

Рисунок 8 – Значення коефіцієнта *К1*

Концентрація карбон (II) оксигену у повітрі на різних відстанях від автотраси, прийнятім нормально до неї, наближено складе, мг/м3:

*Ссо, х* = 0,5 ⋅ С*со, о* – 0,1 ⋅ *х*, (18)

де *х* – відстань (м) від автомагістралі більше 30 м.

Розрахунок за формулою (18) також проводять за умов затишної погоди і відсутності температурної інверсії.

***Задача 16****.* Розрахувати концентрацію чадного газу в атмосферному повітрі у зоні магістралі, якщо протягом години по ній снує (в обох напрямках) *Nк* автомобілів з карбюраторними двигунами і *Nд* автомобілів з дизельними двигунами (табл. 21). Число легкових автомобілів у потоці *Nл*. Причому частка малолітражних, автомобілів складає *а*. Схил траси *i*. На трасі затишно і температурна інверсія повітря відсутня.

Таблиця 21 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 16

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Число авто ***Nк*** , авто/г | 400 | 425 | 450 |
| Число авто ***Nд***, авто/г | 100 | 75 | 50 |
| Число легкових авто ***Nл***, авто/г | 450 | 470 | 485 |
| Доля малолітражок *а*, % | 70 | 75 | 70 |
| Схил траси *і*, % | 50 | 20 | 40 |

***Задача 17****.* Для умов задачі 16 розрахувати концентрацію чадного газу в атмосферному повітрі на заданих відстанях від траси (табл. 22). Результати розрахунку подати графічно і спів ставити з середньодобовою гранично допустимою концентрацією *СО* у повітрі населених пунктів (*ГДКс.д* = 3 мг/м3).

Таблиця 22 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 17

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Відстань х, м | 40, 50, 60, 70, 110 | 35, 40, 45, 50, 120 | 45, 60, 75, 90, 100 |

# 6 Оцінка впливу на людину шкідливих домішок у продуктах харчування

Оцінку змісту шкідливих домішок у продуктах харчування проводять з урахуванням нормативів [12]. Наведені у [12] методики визначення остаточної кількості шкідливих речовин призначені для контролю за вмістом їх у різних середовищах з метою виявлення порушень санітарно-гігієнічних норм і розробки відповідних мір профілактики.

Контролюючи вміст шкідливих домішок у харчових продуктах користуються наступними поняттями: ***МДР***, ***ДДД***.

***Максимально допустимі рівні*** ***залишкової кількості шкідливої речовини*** ***(МДР)*** – максимальні концентрації шкідливої речовини у харчових продуктах, що не викликають захворювань або відхилень у стані здоров'я населення, що споживає ці продукти, або не можуть вплинути негативно на наступні покоління.

МДР встановлюють на рівні фактичного вмісту шкідливих речовин за умови дотримання гігієнічних обґрунтованих регламентів споживання харчових продуктів і контролюють шляхом зіставлення з допустимою добовою дозою шкідливих речовин для людини. МДР вимірюється у міліграмах шкідливої речовини на 1 кг харчового продукту.

***Допустима добова доза шкідливої речовини*** ***(ДДД)*** – добова доза шкідливої речовини, щоденне надходження якої протягом всього життя людини не повинно виявляти шкідливого впливу на організм.

ДДЦ шкідливих речовин встановлюють на підставі даних тривалих медично-біологічних експериментів. Висловлюють ДДД в міліграмах шкідливої речовини на 1 кг маси людини на добу.

Максимально допустимі рівні шкідливих речовин у харчових продуктах орієнтовно можуть бути розраховані за формулою, мг/кг:

 (19)

де *М* – середня маса дорослої людини, кг; величина *М* = 70 кг;

0,7 – частка від сумарного вмісту шкідливої речовини в усіх середовищах, що приходиться на харчові продукти;

*Дн* – добова норма споживання харчового продукту, кг.

Середньодобові кількості споживаних харчових продуктів, що рекомендуються для використання при розрахунку МДР вмісту пестицидів у них, наведені в таблиці 23 [12]

Таблиця 23 – Добові норми споживання харчових продуктів

|  |  |
| --- | --- |
| Продукт | Кількість, г/добу |
| Хлібопродукти (у перерахунку на борошно) | 380 |
| Крупи та бобові | 50 |
| Баштанові, в тому числі:  - кабачки, гарбузи, патисони  - кавуни | 100  500(2)\* |
| Овочі, в тому числі:  - капуста  - помідори  - морква  - огірки  - буряк  - цибуля  - інші овочі | 100  120  50  50  50  40  75 |
| М'ясо та м'ясопродукти (у перерахунку на м'ясо), в т.ч.:  - яловичина  - свинина  - баранина  - птиця  - ковбаси та копченості  - сало  - субпродукти першої категорії та інше м'ясо | 85  60  55  47  60  14  16 |
| Молочні продукти (в перерахунку на молоко), в тому числі:  - молоко цільне  - масло тваринне, сир, сметана  - творіг | 350  25  30 |
| Олія | 40 |
| Фрукти та ягоди, в тому числі:  - виноград  - цитрусові  - кісточкові  - ягоди  - яблука  - горіхи  - груші  - сухофрукти | 300  200(3)\*  60(4)\*  70(6)\*  65(3)\*  125  11  80(3)\* |
| Риба та рибопродукти | 70 |
| Яйця | 53 |
| Картопля | 470 |
| Цукор | 120 |

\*Величини середньодобової кількості установлені з врахуванням сезонності споживання продукту. В дужках наведена тривалість споживання продукту протягом року в місяцях.

Основними шкідливими домішками у харчових продуктах є нітрати і пестициди.

Переважна кількість нітратів, що поглинають рослини корінням з ґрунту, відновлюється у рослинах до аміаку через ряд стадій під каталітичною дією ферментів. Аміак зв'язується кетокислотами (кетоглутаровою *НООС-СН2-СН2-СО-СООН*, піровиноградною *СН3СО-СООН*, кетоянтарною *НООС-СН2-СО-СООН*) з утворенням, у результаті відновлювального амінування, первинних амінокислот (глютамінової кислоти *НООС-СН2-СН2-СНNН2-СООН*, аланіну *СН3-СНNН2-СООН*, аспарагінової кислоти *НООС-СН2-СНNН2-СООН*). Цей перебіг можна відобразити схемою:

*NО3-=> NО 2-=> NО-=> NНОН-=> NН3*-=>амінокислоти

При достатньому вмісті розчинних вуглеводнів і високий активності відповідних ферментів названі біологічні процеси протікають у кореневій системі, але можливі умови, за яких певна частина нітратів пройде через паренхіму кореня у незмінному вигляді, накопичуючись у різних частинах рослини. Рівень вмісту нітратів у рослинах залежить від агрохімічної культури вирощування, від виду рослин, надлишку вологи, інтенсивності сонячної радіації тощо. Нітрати водорозчинні, попадаючи в організм людини, легко проникають у клітини, окислюють *Fе2+*гемоглобіну до *Fе3+*, що спонукає кисневе голодування клітин, особливо страждають клітини головного мозку. Нітрати при цьому можуть відновлюватись до ядовитих нітритів.

Допустиме цілодобове вживання нітратів для людини згідно з рекомендаціями не більше 5 мг/кг людини [12]. Максимально допустимі рівні вмісту нітратів у деяких рослинницьких продуктах наведені у табл. 24.

Таблиця 24 – Вміст нітратів у рослинницькій продукції

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукти | Середньостатистичний вміст нітратів по Україні, мг/кг | | МДР вмісту нітратів, мг/кг | | | Коефіцієнт втрат нітратів при термічній обробці | |
| Картопля | 108,74±6,48 |  | 120 |  | 0,5 | |  |
| Капуста білокачанна | 333,68±33,34 |  | 400 |  | 0,7 | |  |
| Буряк столовий | 1049,7±158,3 |  | 1400 |  | 0,7 | |  |
| Морква | 253,16±9,74 |  | 300 |  | 0,7 | |  |
| Огірки ґрунтові | 165,52±12,97 |  | 200 |  | 0,9 | |  |
| Томати | 76,35+3,08 |  | 100 |  | 0,9 | |  |
| Кавуни | 37,41±12,78 |  | 60 |  | 1,0 | |  |
| Дині | 83,3418,33 |  | 90 |  | 1,0 | |  |
| Цибуля зелена | 381,6±31,35 |  | 400 |  | 0,85 | |  |
| Цибуля репана | 81,79±4,47 |  | 90 |  | 0,9 | |  |
| Яблука | 39,74±5,31 |  | 60 |  | 0,95 | |  |
| Огірки парникові | 237,89+41,31 |  | 400 |  | 0,9 | |  |

***Пестициди*** - це штучно синтезовані речовини, отрутохімікати, які використовуються для боротьби з шкідниками та хворобами рослин. В якості пестицидів в теперішній час дозволено використовувати більш 280 біологічно активних компонентів різних хімічних класів, що входять до складу більше як 600 препаратів.

Світове виробництво пестицидів сягає 200 тис. т. щорічно. При обробці рослин пестициди надходять в атмосферу, ґрунт, водний басейн і, відповідно, накопичуються у харчових продуктах. У зонах інтенсивного застосування пестицидів спостерігається тенденція до зростання захворювання населення, особливо дітей.

Допустимі добові дози і максимально допустимі рівні вмісту пестицидів у деяких харчових продуктах наведені у таблиці 25.

Таблиця 25 – ДДД і МДР вмісту пестицидів у харчових продуктах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пестицид | Продукт | МДР, мг/кг | ДДД, мг/(кг∙добу) |
| Актелик (піріміфосметил, білофос) | Томати, огірки, цукровий буряк | 0,2 | 0,01 |
| Алор (ДЕК) | Яблука | 3,0 | 0,02 |
| Амбум (корсир, талкор) | Рис, яблука | 0,01 | 0,035 |
| Амібен (хлорамбен) | Капуста, томати, виноград, бавовняна, олія | 0,25 | 0,1 |
| Актіо (формотіон) | Капуста, груші, виноград, сливи, бавовняна олія, буряк, яблука, вишні, фанат, чай | 2 | 0,02 |
| Базудик (діазінон) | Капуста, цибуля, картопля, зерно хлібних злаків, кукурудза, бавовняна, олія | 0,1 | 0,004 |
| Аметрин | Цитрусові (м'якоть) | 0,1 | 0,25 |

***Задача 18.***Такий харчовий продукт, як картопля, може містити деяку кількість нітратів. Розрахувати максимально допустимий рівень вмісту нітратів у картоплі, якщо картопля складає 25% Вашого добового раціону. Середню масу дорослої людини прийняти рівною *М* = 70 кг.

***Задача 19****.* У картоплі може бути виявлений пестицид базудик. Розрахувати максимально допустимий рівень вмісту базудику у картоплі, якщо картопля складає 20% Вашого добового раціону Середню масу дорослої людини прийняти рівною *М* = 70 кг.

***Задача 20.***Розрахувати кількість нітратів, що отримав Ваш організм, якщо Ви за добу з'їли, після кулінарної обробки А грамів картоплі, Б грамів капусти, В грамів буряка, Г грамів моркви і Д грамів ріпчастої цибулі (табл. 26). Крім того, Ви їли свіжі огірки, томати і цибулю зелену (у кількості Ж, 3 і К відповідно) і пили яблучний сік, видушений з Л грамів яблук. Чи перевищила отримана Вашим організмом кількість нітратів допустиму добову дозу?

Таблиця 26 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 20

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Маса картоплі А, г | 400 | 450 | 400 |
| Маса капусти Б, г | 300 | 300 | 250 |
| Маса буряка В, г | 100 | 100 | 120 |
| Маса моркви Г, г | 100 | 100 | 100 |
| Маса ріпчастої цибулі Д, г | 100 | 80 | 60 |
| Маса свіжих огірків Ж, г | 100 | 90 | 110 |
| Маса свіжих томатів 3,г | 200 | 200 | 200 |
| Маса зеленої цибулі К, г | 50 | 60 | 70 |
| Маса яблук Л, г | 350 | 400 | 400 |

***Задача 21.***Розрахувати кількість пестицидів, що отримав Ваш організм, якщо Ви впродовж доби з'їли А грамів картоплі, Б грамів капусти, В грамів буряка і Г грамів цибулі (табл. 27). Крім того, Ви з'їли хліб, спечений з Д грамів борошна, і випили виноградний сік, видавлений з Ж грамів винограду. Чи перевищила отримана Вашим організмом кількість пестицидів допустиму добову дозу? Розрахунок провести для характерних для даних харчових продуктів пестицидів.

Таблиця 27 – Вихідні данні для розрахунку задачі № 21

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Варіант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Маса картоплі А, г | 400 | 450 | 400 |
| Маса капусти Б, г | 300 | 300 | 250 |
| Маса буряка В, г | 100 | 90 | 100 |
| Маса цибулі Г, г | 90 | 70 | 50 |
| Маса борошна Д, г | 400 | 450 | 400 |
| Маса винограду Ж, г | 350 | 400 | 400 |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абракітов В. Е.Безпечна експлуатація інженерних систем і споруд : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ, 2016. 76 с.

2. Моніторинг навколишнього середовища : конспект лекцій / уклад.: Л. Дегтерева, В. Мельман. Харків, 2004.

3. Моніторинг довкілля : підручник / за ред. В. Боголюбова та ін. 2-е вид., перероб. і доп. Вінниця, 2010.

4. Румянцев В. Р., Тарасов В. К. Аспіраційні системи промислових підприємств : навч. – метод. посіб. Запоріжжя, 2021.

**ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Tarasov V. K., Rumyantsev V. R. Way sof solving social problems in manufacyuring. *Науковий вісник ЗДІА* : зб. наук. праць. 2015. Вип. 62. С. 264-270.
2. Абраменко С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / под ред. С. В. Абраменко и др. Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларусь, 2000. 276 с.
3. Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів «ЕкоІнспектор» : метод. посіб. / за ред. В. Б. Мокін та ін. Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2007. 128 с.
4. Белогуров В. П. Концепция системи экологического мониторинга Украины / под ред. В. П. Белогурова. Харьков, 1996.
5. Бусыгин Б. С. Инструментарий геоинформационных систем : справ. пособие / под ред. Б. С. Бусыгина, И. Н. Гаркуши. Киев, 2000. 172 с.
6. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. [Чинний від 2000-10-20]. Вид. офіц. Київ : Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
7. Водний Кодекс України : Закон України від 06.06.1995 р. № 214/95-ВР. *Відомості Верховної Ради* *України.* 1995. № 24. Ст.189.
8. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / за ред. І. М. Волошина. Львів : Ліга-Прес, 1998. 356 с.
9. ГН 3.3.5-8-6.6.1:2002. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : наказ Міністерства охорони здоров’я від 27.12.2001р. № 528. URL : https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0528282-01
10. ГОСТ 12.1.005-88. ССТБ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. [Действует от 1989-01-01]. 1988. 58 с.
11. Джигирей В., Сторожук. В., Яцюк Р. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Львів : Афіша, 2000. 272 с.
12. Домарецький В. А. Екологія харчових продуктів / за ред. В. А. Домарецького та ін. Київ : Урожай, 1993. 192 с.
13. Застосування інформаційних технологій в управлінні навколишнім середовищем / за ред. В. Чабанюка. Київ : Мінекобезпеки України, ГЕО, 1998. 125 с.
14. Злобін Ю., Кочубей Н. Загальна екологія : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2003. 417 с.
15. Керівні нормативні документи «Номенклатура та позначення структурних елементів Державної системи моніторингу довкілля» 211.0.6.102-02. Київ : Мінекоресурсів, 2002. 14 c.
16. Керівні нормативні документи «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів)» 211.1.1.106–2003. Київ : Мінекоресурсів, 2003. 70 c.
17. Керівні нормативні документи «Положення про порядок інформаційної взаємодії органів Мінекоресурсів України та інших суб'єктів системи моніторингу довкілля при здійсненні режимних спостережень за станом довкілля» 211.0.1.101-02. Київ : Мінекоресурсів, 2002. 11 с.
18. Клименко М., Прищепа А., Вознюк Н. Моніторинг довкілля : підручник. Київ : Академія, 2006. 360 с.
19. Моделювання і прогнозування стану довкілля : підручник / за ред.: В. І. Лаврика, В. М. Боголюбова та ін. Київ : Aкадемія, 2010. 400 с.
20. Основи екології : підручник / за ред. Г. Білявського та ін. 2-ге вид. Київ : Либідь, 2005. 213 с.
21. Патика В. П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / за ред.: Патика В. П., Тараріко О. Г. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 256 с.
22. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде : справочник / ред. изд.: Г. П. Беспамятнов, Ю. А. Кротов. Ленинград : Химия, 1985. 528 c.
23. Про Загальнодержавну програму розвитку водного господарства: Закон України від 17 січня 2002 р. № 2988-III із змінами і доповненнями. URL: http//zakon.rada.gov.ua/laws/show/2988-14 (дата звернення 21.01.2022).
24. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-n.
25. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-XII із змінами і доповненнями. URL: <https://tax.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/zakoni-ukraini/arhiv-zakoniv-ukraini/zakoni-ukraini-za-1991-rik/print-35908.html> (дата звернення 21.01.2022).
26. Тарасов В. К., Румянцев В. Р., Новокщонова О. В., Ткаліч І. О. Розробка заходів покращення умов праці при виробництві чавуну. *Науковий вісник Національного гірничого університету.* Дніпро, 2018. № 1. С.10-25.
27. Юрченко Л. І. Екологія : навч. посіб. Київ, 2009. 304 с.

1. **Ендоге́нні процеси** (від грец. *Endon* – всередині, грец. *genos* – походження — зумовлені внутрішніми причинами; також **гіпогенні процеси**) — геологічні процеси, пов'язані з енергією, яка виникає у надрах Землі. [↑](#footnote-ref-1)
2. **Екзогенні процеси** – геологічні процеси, що відбуваються на поверхні Землі та в її приповерхневих шарах (вивітрювання, денудація, абразія, ерозія, діяльність льодовиків, підземних вод); зумовлені, головним чином, енергією сонячної радіації, силою тяжіння і життєдіяльністю організмів. [↑](#footnote-ref-2)