

## Тема: Класифікація забруднень біосфери

### 1. Загальні положення(характеристика) про забруднювачі біосфери

Історично склалося так, що виробництво, тобто перетворення продуктів природи в суспільно корисну продукцію, являє собою відкриту на вході систему, побудовану відповідно до принципу одноразового використання природних ресурсів, причому з кожним новим циклом відтворення даної продукції в нього залучаються нові природні ресурси. Ця система відкрита і в самому процесі виробництва, і на виході – людина викидає на звалища переважну частину предметів споживання, які втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного або морального зносу.

Забрудненням навколишнього середовища називають привнесення в середовище або виникнення в ній нових, зазвичай не характерних для неї фізичних, хімічних, інформаційних або біологічних факторів, або перевищення природного середнього рівня вмісту даних факторів в середовищі, що приводить до негативних наслідків. "Забруднення" можна визначити і як надходження будь-яких речовин або матеріалів в недозволене місце. Будучи корисними в одному місці, вони викликають забруднення, коли викидаються або надходять туди, де нікому не потрібні і можуть завдати шкоди навколишньому середовищу або здоров'ю людини. Інакше кажучи « "забруднення" – це все те, що з'являється не в тому місці, не в той час і не в тій кількості, як природно для природи, тобто все те, що виводить природу зі стану рівноваги. Очевидно, що до забруднювачів відносяться всі речовини, які не вбудовуються в харчові ланцюжки.

Зазвичай під забрудненням мають на увазі антропогенні забруднення, тобто забруднення навколишнього середовища в результаті господарської діяльності людини. Про масштаби антропогенного впливу на біосферу можна судити за даними, представленими в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Масштаби антропогенного впливу на біосферу за даними на 1994 рік

Витяг з біосфери на рік	Надходження в біосферу в рік
Корисні копалини – 100 млрд. т. Метали – 800 млн. т.	Хімічні речовини – 100 тис. найменувань Синтетичні матеріали – 60 млн. т. Мінеральні добрива – 500 млн. т. Пестициди – 5 млн. т. Залізо – 50 млн. т. Рідкий стік – 500 млрд. м <sup>3</sup> Твердий стік – 17,4 млрд. т. CO <sub>2</sub> – 20 млрд. т. SO <sub>2</sub> – 150 млн. т.

Відомо, що будь-яке забруднення викликає у природи захисну реакцію, спрямовану на його нейтралізацію. Ця здатність природи довгий час (і по теперішній час) експлуатувалася суспільством за рахунок відкритих виробничих систем без урахування ступеня впливу на навколишнє природне середовище. З століття в століття широко використовувалася здатність

атмосфери і гідросфери до самоочищення. Відходи виробництва і споживання викидалися в атмосферу і скидалися в гідросферу в розрахунок на те, що всі вони будуть знешкоджені і перероблені самою природою. Вважалося, що незалежно від загальної маси відходів вони незначні в порівнянні з захисними ресурсами природи.

Кількість відходів тривалий час збільшувалася пропорційно зростанню виробництва і населення. Поки в якості сировини використовувалися речовини рослинного і тваринного походження (деревина, льон, бавовна, шкіра, жири і т.д.), що утворюються відходи залучалися в природний кругообіг речовини, природа забезпечувала самоочищення. Наприклад, забруднена милом стічна вода, скинута в річки, швидко очищається мікроорганізмами-редуцентами. При спалюванні дров в атмосферу викидається діоксид вуглецю, який засвоюється рослинами в процесі фотосинтезу. Внесений в ґрунт гній та інші рослинні і тваринні залишки розкладаються з виділенням діоксиду вуглецю і поживних речовин (елементів N, P, K), використовуваних рослинами в процесі фотосинтезу. Редуценти, існуючі в природному середовищі, в процесі біогеохімічного циклу міграції речовини здатні розкласти відходи природного походження на елементарні хімічні сполуки.

Інакше відбувається перетворення залишків і відходів речовин синтетичного і мінерального походження. Наприклад, відходи синтетичних миючих засобів (пральних порошоків), що не засвоюються мікроорганізмами, накопичуються у водоймах, куди вони надходять разом зі стічними водами, і забруднюють їх. При спалюванні нафтового палива (мазуту) і кам'яного вугілля в атмосферу разом з димовими газами, що містять оксиди вуглецю ( $CO$ ,  $CO_2$ ), викидається оксид сірки ( $SO_2$ ), який, взаємодіючи з вологою і киснем повітря, утворює сірчану кислоту – виникають кислотні дощі.

Значна частина хімічних речовин, що викидаються в біосферу, шкідлива для живих організмів, багато з них мають канцерогенними і мутагенними властивостями.

Деякі шкідливі речовини не нейтралізуються в біологічному кругообігу і перебувають в ньому, не розпадаючись, роками. Вони порушують природну рівновагу, газовий, водний і геохімічний режими біосфери.

Крім первинного впливу забруднювачів, що надходять в природу від підприємств, спостерігається ефект сенсibiliзації – посилення техногенного впливу при взаємодії хімічних викидів або фізичних полів від різних підприємств.

### 1.1. Класифікація забруднень

За своїм походженням забруднення поділяють на первинні і вторинні, а також на матеріальні (тобто речовини), що включають в себе механічні, хімічні та біологічні забруднення, і енергетичні (фізичні) забруднення (табл. 3.2).

Таблиця 1.2.

Схема промислових забруднень навколишнього середовища

Промислові забруднення в навколишньому середовищі
---

Матеріальні (хімічні)			Енергетичні (фізичні)
Викиди в атмосферу	Стічні води	Тверді відходи	
Газо- і пилоподібні	Умовно чисті (відбірні)	Нетоксичні	Теплові викиди
Рідкі			Шум, вібрація, ультразвук
Тверді	Брудні	Токсичні	Електромагнітне поле
Змішані			Лазерне випромінювання
			Іонізуюче випромінювання

Первинне забруднення – надходження безпосередньо в навколишнє середовище забруднювачів, утворених в ході природних природно-антропогенних і чисто антропогенних процесів.

Вторинне забруднення – утворення (синтез) небезпечних забруднювачів в ході фізико-хімічних процесів, що йдуть в навколишньому середовищі. Так, з відносно нешкідливих складових в деяких умовах утворюються отруйні гази, наприклад, фосген; фреони, хімічно інертні у поверхні Землі, вступають в стратосфері в фотохімічні реакції, виробляючи іони хлору, які слугують каталізатором при руйнуванні озонового шару планети. Окремі реагенти такої взаємодії можуть бути безпечними.

Механічні – запилення атмосфери (аерозолі), тверді частинки і різноманітні предмети у воді і ґрунті.

Хімічні – найрізноманітніші газоподібні, рідкі і тверді хімічні сполуки і елементи, що потрапляють в атмосферу і гідросферу і вступають у взаємодію з навколишнім середовищем.

Біологічні забруднення – мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності – це якісно новий вид забруднень, що виник у результаті процесів мікробіологічного синтезу різних видів мікроорганізмів (дріжджових, актиноміцетів, бактерій, цвілевих грибів та ін.). Це види організмів, що з'явилися за участю людини і завдають шкоди і йому і живій природі.

До енергетичних (фізичних) забруднень відносяться всі види енергії теплової, механічної (вібрації, шум, ультразвук), світловий (видиме, інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання), електромагнітні поля, іонізуючі випромінювання (альфа-, бета-, гамма-, рентгенівське і нейтронне) – як відходи різноманітних виробництв.

Негативно впливаючи на навколишнє середовище, забруднення, у свою чергу, можуть піддаватися певному впливу навколишнього середовища. За цією важливою з екологічної точки зору ознакою розрізняють стійкі (неруйнівні) забруднення і руйнуються під дією природних хіміко-біологічних процесів.

Забруднення біосфери поділяються на локальні, регіональні та глобальні.

Локальне забруднення – це забруднення навколишнього середовища в конкретній місцевості в обмежених просторово-часових масштабах. Такі забруднення зазвичай спостерігаються навколо промислових підприємств, міст, рудників, тваринних комплексів.

Регіональне забруднення формується на основі локальних забруднень при збільшенні їх кількості або просторово-часових масштабів. Регіональне забруднення проявляється в межах значних територій (регіону), але не охоплює всю планету. Причиною регіонального забруднення є надходження забруднюючих речовин в біосферу протягом тривалого часу, і особливо якщо ці речовини надходять в рухливі компоненти біосфери – в атмосферу і природні води.

Глобальне забруднення – це забруднення, яке порушує природні фізико-хімічні, біологічні показники біосфери в цілому і виявляється практично в будь-якій точці нашої планети. Глобальні забруднення переносяться атмосферними потоками на великі відстані від місця свого виникнення.

## 1.2. Види забруднень

Види забруднень, пов'язаних з діяльністю людини, різноманітні – це:

- викиди шкідливих речовин в атмосферу (твердих частинок пилу, диму, золи, сажі; газоподібних речовин – сірчистого газу  $SO_2$ , оксидів азоту  $NO_2$  вуглекислого газу  $CO_2$ , чадного газу  $CO$ , вуглеводнів  $C_xH_y$  та ін.). До забруднювачів повітря відносяться речовини, присутні в атмосфері в концентраціях, які можуть надавати несприятливий вплив на людину і навколишнє середовище. Більшість таких речовин, як діоксид сірки, оксиди азоту та інші, зазвичай присутні в атмосфері в низьких (фонових), що не становлять небезпеки концентраціях (табл. 3.3.). Вони утворюються як в результаті природних процесів, так і з антропогенних джерел. Частка природних джерел цих речовин значно більше антропогенних. Таким чином, до забруднень повітря слід відносити речовини у високих (але порівняно з фоновими значеннями) концентраціях, які виникають в результаті хімічних і біологічних процесів, що використовуються людиною.
- попадання в природні води стічних вод великих тваринницьких комплексів, промислових і побутових стічних вод, що містять різні неорганічні і органічні речовини і мікроорганізми;

Таблиця 1.3.

Фонові концентрації газів, що зустрічаються в природних умовах, виміряні в незабруднених районах

Газ	Формула	Концентрація	Загальна маса в атмосфері, $10^9$ т
Азот	$N_2$	78,084 об. %	3 900 000
Кисень	$O_2$	20,948 об. %	1 200 000

Аргон	Ar	0,934 об. %	67 000
Карбон (IV) оксид	CO <sub>2</sub>	0,032 об. %	2 600
Водяна пара	H <sub>2</sub> O	Не враховується	14 000
Неон	Ne	18,18 ppm	65
Криптон	Kr	1,14 ppm	17
Метан	CH <sub>4</sub>	2,00 ppm	4
Гелій	He	5,24 ppm	4
Озон літом	O <sub>3</sub>	< 0,07 ppm	3
Озон зимою	O <sub>3</sub>	< 0.02 ppm	
Ксенон	Xe	0,087 ppm	2
Нітроген (I) оксид	N <sub>2</sub> O	0,50 ppm	2
Карбон (II) оксид	CO	Сліди	0,6
Водень	H <sub>2</sub>	0,5 ppm	0,2
Аміак	NH <sub>3</sub>	Сліди	0,02
Нітроген (IV) оксид	NO <sub>2</sub>	< 0,02 ppm	0,013
Нітроген (II) оксид	NO	Сліди	0,005
Сульфур (IV) оксид	SO <sub>2</sub>	< 1 ppm	0,002
Сірководень	H <sub>2</sub> S	Сліди	0,001

- забруднення водного середовища і ґрунту нафтопродуктами, мінеральними солями, важкими металами (*Hg, Cd, Pb, Cu, Zn* і ін.), СПАР (синтетичними поверхнево-активними речовинами, наприклад миючими засобами);
- забруднення пестицидами – хімічними засобами захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб і бур'янів (хлорпроізводних вуглеводнів, фосфорорганічних та інших речовин);
- засмічення ландшафтів сміттям і твердими відходами виробництва і споживання (залишками вихідної сировини, побічними продуктами, металобрухтом, гумою, пластмасою, склом, тарою, папером і т. п.);
- підвищення рівня іонізуючої радіації, джерелом якої є радіоактивні речовини (наприклад, *U – 235, Th – 232, Sr – 90, Cs – 137* і ін.), у результаті мимовільного перетворення яких можуть виникати  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинки, нейтрони,  $\gamma$ -промені, які надають сильний вплив на людину, викликаючи генетичні зміни;
- накопичення тепла і атмосфері і гідросфері, що веде до зміни клімату та інших наслідків;
- звукові (шумові) і електромагнітні впливи, істотно впливають на життєдіяльність людини і тварин. Так шумові забруднення негативно впливають на організм людини, викликаючи підвищену стомлюваність, зниження розумової активності, зниження продуктивності праці, фізичні і нервові захворювання. Фізіолого-біохімічна адаптація людини до шуму неможлива. Сильний шум – фізичний наркотик для людини.

Рівень шуму вимірюється у відносних логарифмічних одиницях – децибелах. Розподіл і вплив рівня шуму приблизно наступне: 0 дБ – нічого не чути; 15 – шелест листя; 40 – звичайна мова; 75 – крик, сміх; 90 – гучний крик; 110 – шум від гелікоптера; 120 – шум від відбійного молотка; 130 – больовий поріг; 135 – контузія; 160 – шок, травми; > 200 – смерть.

Музичний шум 120-130 дБ можна порівняти з розрядом блискавки або зльотом реактивного літака (100 дБ). Промисловість і транспорт створюють шум в 100-110 дБ.

Слід зазначити також вплив людини на ближній космос – забруднення навколоземного космічного простору (НКП).

Навколоземний космічний простір (НКП) являє собою зовнішню газову оболонку навколишню планету. В НКП існують наступні орбітальні режими: пілотовані апарати, висота 200-400 км; автомати – 800-1000 км; навігаційні системи 1900-20500 км. поряд із захистом від жорсткого ультрафіолетового випромінювання НКП грає важливу роль в складних сонячно-земних взаємодіях, що визначають умови життя на Землі. Антропогенні впливи на НКП почали проявлятися з початком космічної ери. Так як кількість речовини в НКП значно менше і енергетика процесів значно слабкіше, ніж в приземній атмосфері, а тим більше в гідросфері і літосфері, про з'являється найбільш вразливою з точки зору порушення природних механізмів саморегулювання.

Вплив людини на НКП:

1. Викиди хімічних речовин при роботі двигунів ракет.
2. Створення енергетичних і динамічних збурень в результаті польотів ракет.
3. Забруднення твердими фрагментами-космічним сміттям (відпрацьовані супутники, елементи стикувальних вузлів, розгінні блоки і т. д.)
4. Переміщення забруднювачів з приземної атмосфери.
5. Радіоактивне забруднення і жорстке випромінювання від ядерних енергетичних установок, що використовуються в космічних апаратах.
6. Електромагнітне випромінювання радіопередавальних та інших промислових систем.

В даний час НКП забруднено більш, ніж трьома тисячами тон фрагментів космічних кораблів. Число осколків розміром менше 10 см, не занесених в різні каталоги, становить 600000 штук, що на багато порядків перевищує потік метеорних тіл. Осколків більше 10 см приблизно 33500 шт. При збереженні темпів забруднення загальна кількість твердих частинок розміром більше 1 см виросте за 100 років в 2 рази. Приріст різних об'єктів становить 600-700 на рік.

Найбільш небезпечним для НКП визнається викид хімічних речовин. Так в результаті польоту однієї ракети викидається 90-110 тонн  $CO_2$ , 100-470 тонн  $H_2O$  та інших забруднюючих речовин.

Збереження властивостей ближнього космосу можливо при обмеженні пусків ракет, при принциповій зміні космічних засобів, методів виведення космічних кораблів на орбіту.

У реальних умовах живі організми піддаються впливу не одного, а декількох забруднювачів, і впливу одного і того ж речовини можуть бути якісно різними, і проникати воно в організм може не одним, а декількома способами. Наприклад, ртуть, опинившись в ґрунті, потім потрапляє в атмосферу, в воду і далі – в рослини і тварини, тобто разом з рослинною і тваринною їжею ртуть проникає в шлунок людини, а при диханні – в легені.

### 1.3. Хімічні забруднення

Хімічне забруднення відноситься до одного з основних факторів несприятливого антропогенного впливу на навколишнє середовище. Цьому виду забруднення схильні всі середовища проживання (водна, наземно-повітряна, ґрунт) і самі живі організми. У природне середовище все у великих кількостях потрапляють газоподібні, рідкі і тверді хімічні відходи промислового, сільськогосподарського та побутового походження, погіршуючи умови існування рослин, тварин і людини.

Як впливає з табл. 3.1, щорічно в біосфері надходить до 100 тисяч різних хімічних речовин, з них 60 млн. т. синтетичних матеріалів, 500 млн. т. мінеральних добрив, 5 млн. т. пестицидів, 50 млн. т. заліза і, крім цього, маса інших рідких і газоподібних речовин. У результаті спалювання палива в атмосферу щорічно надходить більше 20 млрд. т. вуглекислого газу і більше 700 млн. т. паро- і газоподібних сполук і твердих частинок. При спалюванні низьких сортів вугілля і мазуту в атмосферу за рік виділяється 150 млн. т. сірчистого газу.

Хімічні речовини, що забруднюють середовище проживання, називаються поллютантами (від лат. *pollutio* – маранія); синонім – забруднювачі. Він потрапляють в біосферу в процесі діяльності людини, порушують баланс речовин екосистеми, роблять середовище проживання менш сприятливим.

Джерел забруднення багато, і більшість з них поставляє в біосферу не одне, а кілька десятків забруднюючих речовин.

Хімічні забруднюючі речовини переміщуються в біосфері. Потрапивши спочатку від джерела в одну з природних середовищ, вони поступово забруднюють і інші середовища (повітря, воду, ґрунт). Наприклад, застосування надлишкових кількостей азотних добрив (нітратів) призводить до забруднення ґрунту, потім підземних і поверхневих вод. З ґрунту нітрати потрапляють в рослини, далі – в організм тварин і, нарешті, з продуктами харчування і водою – в організм людини, викликаючи захворювання – нітратну метгемоглобінемію – вміст в крові метгемоглобіну > 1 % (метгемоглобін-продукт окислення гемоглобіну, в результаті чого іон  $Fe^{2+}$  перетворюється в  $Fe^{3+}$  і гемоглобін втрачає здатність переносити кисень).

#### 1.3.1. Класифікація хімічних забруднень

Всі присутні в біосфері хімічні речовини як природного, так і антропогенного походження складають хемосферу.

Всі речовини можна розділити на речовини забруднюючі атмосферу, гідросферу і педосферу. Однак провести поділ досить важко, так як існує

взаємообмін між сферами. Тут мова йде про первинному попаданні речовини в ту чи іншу сферу.

Крім того, забруднюючі речовини поділяються на використовувані при виробництві і виникають в процесі виробництва.

Те, які речовини будуть використовуватися, або з'являться в процесі виробництва, залежить від технологічного процесу і одержуваного кінцевого продукту.

Речовини поділяються також на природні і не властиві навколишньому середовищу-ксенобіотики (від грец. *xenos* – чужий і *bios* – життя). Ксенобіотиками називаються речовини, чужі живим організмам за своєю структурою і біологічними властивостями і виходять в результаті хімічного синтезу. До них відноситься, наприклад заборонений в даний час до вживання пестицид ДДТ (дихлордифенілтрихлоретан).

За впливом на людину все речовини хемосфери можна умовно розділити на чотири групи.

Першу групу складають відносно нешкідливі для людини речовини, наприклад кисень, азот, хлорид натрію, гідрокарбонат натрію та ін.

До другої групи належать речовини, що діють на людину опосередковано, роблячи менш сприятливим середовище його проживання. Це парникові гази ( $CO_2$ ,  $CH_4$  та ін.), що викликають потепління клімату; фторхлорпохідні вуглеводнів (фреони), що викликають руйнування захисного озонового шару Землі і т.д.

До третьої групи належать речовини, які надають пряму дію на людину, отруюючи його, наприклад, сірководень, ртуть, сполуки миш'яку і т.д.

Четверту групу складають речовини невизначеного характеру, про біологічну дію яких немає достатніх відомостей.

Проводячи такий поділ речовин, треба пам'ятати, що одне і те ж речовина, взяте в малих кількостях, є нешкідливим і навіть необхідним людині, як, наприклад, кухонна сіль (хлорид натрію), а у великих кількостях воно ж надає шкідливу дію на організм людини.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), з більш ніж 6 млн. відомих хімічних речовин в практиці в даний час використовується до 500 тис. хімічних сполук. При цьому близько 40 тис. сполук мають досить шкідливі для живих організмів властивості, а 12 тис. – є токсичними (отруйними). В екології хімічні забруднюючі інгредієнти позначають термінами «токсиканти» або «екотоксиканти». Асортимент хімічних речовин щорічно зростає на 5 %.

Залежно від впливу на живі організми хімічні речовини можна поділити на п'ять типів.

- Необхідні для організму речовини (при нестачі їх в організмі виникають функціональні порушення, які усуваються при введенні в організм цих речовин).



- Стимулятори (стимулюючі обмінні процеси) – в якості таких речовин можуть виступати як необхідні, так і не необхідні для організму в даний час речовини.
- Терапевтичні агенти-речовини, що сприяють ліквідації з'являються захворювань.
- Інертні, нешкідливі речовини, які не надають будь-якого впливу на організм.
- Речовини, що заподіюють шкоду організму, іноді незворотний, що веде до функціональних порушень, деформацій, летального результату – токсичні речовини.

### 1.3.2. Властивості хімічних забруднень

Для природних середовищ звичайним є одночасна присутність декількох шкідливих речовин, які можуть надавати спільне (комбіноване) дію на живі організми. Залежно від характеру розвиваються при цьому процесів спільна дія шкідливих речовин може проявлятися як:

- синергізм-одна речовина підсилює дію іншої речовини;
- адитивність-дії речовин підсумовуються;
- антагонізм-одна речовина послаблює дію іншого.

Наприклад, токсичність хлорофосу ( $C_4H_8Cl_3O_4P$ ) в лужному середовищі зростає в 30 разів, а в суміші діоксинів, іонів  $NO_3^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  і хлорфенолів ( $HO-C_6H_{5-n}Cl_n$  ( $n = 1 - 5$ )) спостерігається синергізм.

### 1.3.3. Вплив хімічних речовин на живі організми

Вплив забруднюючих речовин на живий організм може бути трьох типів: цитотоксичне, тератогенне і генетичне.

В основі цитотоксичної дії лежить зміна проникності клітинних мембран, порушення функціональних властивостей ферментативних систем клітин.

Тератогенний вплив пов'язаний з порушенням дії генів без впливу на спадкові структури клітини і організму.

В основі генетичного впливу лежить зміна темпу мутагенезу організму. Мутація (від лат. *mutatio* – зміна, зміна) – це природно виникають (спонтанні) або викликані штучно (хімічними речовинами, радіацією та іншими факторами) зміни всіх генів організму-генотипу. Будь-який агент (фактор), що викликає мутацію, називається мутаген. Дія хімічних мутагенів (етиленіміну  $C_2H_5N$ , нітрозометілмочевини  $C_2H_5N_3O_2$ ) схоже з дією радіоактивного випромінювання. В обох випадках впливу схильний найбільш чутливий компонент клітини-ядро, зокрема хромосоми. Мутація пов'язана зі зміною числа і структури хромосом.

До генетичної дії хімічних речовин відноситься також їх здатність при впливі на організм людини викликати появу злоякісних або доброякісних утворень – це так зване канцерогенний вплив.

Найбільш небезпечними для людини є такі речовини, які мають властивість мутагенного і канцерогенного впливу. Канцерогенез

провокується багатьма хімічними забруднювачами навколишнього середовища. До них відносяться:

- поліциклічні вуглеводні, що утворюють донорно-акцепторні комплекси з пуриновими основами ДНК і РНК;
- алкілнітрозоаміни, алкілюючі білки;
- ароматичні аміни (побічно), що утворюють канцерогенноактивні продукти трансформації (гідроксиламіни, амінобензоли);
- аміноазосоединення( побічно), що утворюють  $N$  – оксі- або  $N$  – оксиметиллові похідні, які взаємодіють з метіоніновими залишками білків.

Потенційними канцерогенами вважаються близько 25 тисяч речовин.

Існує тісний зв'язок між хімічною структурою і токсичною дією

речовин:

- збільшенням числа атомів вуглецю в молекулі – правило Річардсона (це правило вірно для великої групи вуглеводнів, крім вуглеводнів ароматичного ряду);
- згідно з правилом розгалужених ланцюгів наркотична дія слабшає з розгалуженням ланцюга вуглецевих атомів;
- замикання ланцюга вуглецевих атомів посилює інгаляційну дію речовини;
- біологічна активність речовини зростає зі збільшенням ненадійності з'єднання.
- введення в молекулу груп  $OH$  і  $O$  призводить до посилення наркотичної дії речовин;
- введення в молекулу галогенів може призвести до посилення як наркотичної, так і загальнотоксичної дії;
- сполуки, що мають в молекулі групи  $NO^{3-}$  або  $NH_3$ , надають нейротропну дію, є кров'яними отрутами, викликають дегенеративне зміна деяких органів.

#### 1.4. Концепція ГДК

Безпечний вміст шкідливих хімічних речовин в навколишньому середовищі оцінюється за величиною гранично-допустимої концентрації (ГДК). ГДК – це такий вміст шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яке при постійному контакті або при впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства. При визначенні ГДК враховується не тільки вплив забруднюючої речовини на здоров'я людини, але і його вплив на тварин, рослини, мікроорганізми, а також на природні співтовариства в цілому. Таким чином, вищим показником є екологічна гранично допустима концентрація речовини – порогова концентрація, перевищення якої призводить до негативних наслідків для екосистеми в цілому.

На основі ГДК розробляються науково-технічні нормативи: гранично допустимий викид (ГДВ) шкідливої речовини в атмосферу і гранично допустимий скидання (ГДС) у водний басейн. Ці нормативи встановлюються

для разових викидів і скидів. ГДВ і ГДС визначаються індивідуально для кожного джерела забруднення з таким розрахунком, щоб сукупний вплив на навколишнє середовище всіх джерел в даному районі не призводило до перевищення ГДК.

Якщо значення ГДС і ГДВ не можуть бути досягнуті, то для таких підприємств встановлюється значення тимчасово узгоджених викидів ТУВ і тимчасово узгоджених скидів ТУС, за які сплачують штраф. На таких нормативах працюють до 50 % підприємств.

Для фізичних впливів використовують інший показник: гранично допустимий рівень ГДР – це максимальний рівень впливу фізичних факторів (радіації, шуму, вібрації, електромагнітних полів), який не представляє небезпеки для здоров'я людини, тварин і рослин і їх генетичного фонду.

ГДК поділяють на кілька видів. Для санітарної оцінки повітряного середовища використовують такі види гранично допустимих концентрацій: ГДК р.з. – гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони (виробничого приміщення), що виражається в мг/м<sup>3</sup>. Це концентрація, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин або при іншій тривалості, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього робочого стажу не повинна викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень, у процесі роботи або у віддалені терміни життя сьогодення і наступних поколінь.

Робочою зоною вважається простір висотою до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якій розташовані місця постійного або тимчасового перебування працюючих.

Контроль над підтриманням в робочих приміщеннях хімічно небезпечних об'єктів встановлених кількісних величин ГДК ведеться постійно за допомогою приладів хімічного контролю і в разі їх перевищення персонал використовує засоби індивідуального захисту, якщо виробництво безперервне, або виводиться із забруднених приміщень. Вживаються термінові заходи до нормалізації обстановки.

Можна виділити ще гранично допустиму концентрацію шкідливої речовини на території промислового підприємства (на майданчику підприємства) – ГДК з.п. (зазвичай приймається ГДК з.п. = 0,3 ГДК р.з.).

Для санітарної оцінки повітряного середовища також використовують показники ТДК р.з. – тимчасово допустима концентрація хімічної речовини в повітрі робочої зони (тимчасовий Галузевий норматив на 2-3 роки) і ОДК р.з. – орієнтовно допустиму концентрацію хімічної речовини в повітрі робочої зони.

Для населених пунктів встановлюється:

ГДК н.п. – гранично допустима концентрація шкідливої речовини в атмосферному повітрі населеного пункту, яка підрозділяється на:

ГДК м.р. – максимальна разова концентрація шкідливої речовини в повітрі населених місць (мг/м<sup>3</sup>), яка не повинна викликати рефлекторних

реакцій в організмі людини (відчуття запаху, світлової чутливості очей та ін.) при короткочасному впливі забруднювача (протягом 20 хв.) і

ГДК с.д. – середньодобова гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі населених місць (мг/м<sup>3</sup>). Ця концентрація не повинна надавати шкідливого впливу (загальнотоксичного, канцерогенного та ін.) в умовах невизначено довгого цілодобового вдихання (усереднення проводиться за період 24 години).

Зазвичай для одного і того ж забруднювача ГДК р.з., в десятки і навіть сотні разів вище, ніж ГДК н.п. У таблиці 1.4. ця відмінність показано на прикладі двох речовин.

Таблиця 1.4.

Відмінність ГДК (мг/м<sup>3</sup>) речовин в умовах виробництва і в населеному пункті

Речовина	ГДК р.з.	У повітрі населених пунктів	
		ГДК с.д.	ГДК м.р.
Сульфур (IV) оксид	10	0,05	0,500
Нітроген (IV) оксид	2	0,04	0,085

З даних табл. 3.4. також видно, що для сульфур (IV) оксид допускається більш висока концентрація в порівнянні з нітроген (IV) оксид.

Для води основним показником є ГДК в. – гранично допустима концентрація речовини у воді (виражається в міліграмах речовини на 1 дм<sup>3</sup> води, мг/дм<sup>3</sup>). Для водних об'єктів, крім ГДК в. використовують лімітуючий показник шкідливості (ЛПШ), який відображає пріоритетність вимог до якості води.

За призначенням розрізняють водойми питні та культурно-побутові та рибогосподарські. У водних об'єктах питного і культурно-побутового призначення застосовують санітарно-токсикологічний (с.-т.), загальносанітарний (заг.) і органолептичний (орг.) ЛПШ. Для рибогосподарських водойм шкідливі речовини об'єднують в групи за такими ЛПВ: токсикологічному, органолептичному, рибогосподарському і загальносанітарному.

У водних об'єктах різних категорій ГДК одного і того ж речовини мають різні значення. Наприклад, для питної та культурно-побутової води ГДК в. по нафті становить 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, а для рибогосподарських водойм ГДК в. по нафті знижується до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, так як м'ясо риби, що мешкає у воді, забрудненої нафтою, володіє різким запахом, крім того, нафта вельми токсична для ікри, личинок і мальків.

Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у водоймах наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

ЛПШ і ГДК деяких речовин у водоймах

Речовина	Водойми питні і культурно-побутові	Водойми рибогосподарські
----------	------------------------------------	--------------------------

	ЛПШ	ГДК, г/м <sup>3</sup>	ЛПШ	ГДК, г/м <sup>3</sup>
Бензол	Санітаро-токсикологічний	0,5	Токсикологічний	0,5
Феноли	Органолептичний	0,01	Рибогосподарський	0,01
Бензин, гас	Також	0,1	Також	0,05
$Cd^{2+}$	Санітаро-токсикологічний	0,01	Токсикологічний	0,005
$Cu^{2+}$	Органолептичний	1	Також	0,01
$Zn^{2+}$	Загальносанітарний	1	Також	0,01
Ціаніди	Санітаро-токсикологічний	0,1	Також	0,05
$Cr^{6+}$	Органолептичний	0,1	Також	0

Для ґрунтів неможливо встановити уніфіковані рівні ГДК, так як вони за своїм хімічним складом і властивостями можуть сильно відрізнятись.

Наприклад, накопичення важких металів в ґрунті залежить від її поглинальної здатності, кислотно-основних властивостей і вмісту гумусу, тому для ряду важких металів встановлені орієнтовно допустимі концентрації (ОДК), які використовуються замість ГДК. ОДК, як і ГДК, виражаються в міліграмах шкідливої речовини на 1 кг повітряно-сухого ґрунту (мг/кг). Для пестицидів зазвичай також вводять ОДК, але для швидко розкладаються пестицидів легше встановити ГДК. У таблиці 1.6. наведено ГДК та ОДК деяких хімічних речовин у ґрунті.

Таблиця 1.6.

ГДК і ОДК хімічних речовин у ґрунті

Речовина	ГДК, мг/кг	ОДК, мг/кг
Карбофос (малатіон $C_{10}H_{19}O_6PS_2$ )	0,5	
Хлорофос ( $C_4H_8Cl_3O_4P$ )	0,5	
Бромфос (нексион $C_8H_8BrCl_2O_3PS$ )		0,20
Гексахлорбензол ( $C_6Cl_6$ )		0,03