**Самочищення ландшафтів.**

Один з різновидів стійкості – самоочищення ландшафту від забруднення.

*Самоочищення –*сукупність природних процесів знешкодження речовин, елементів і домішок, що потрапили у довкілля або живі організми. Тривалість у часі самоочи­щення змінюється в широких інтервалах залежно від характеру біотичного та абіо­тичного складників ландшафту – у бідних екосистемах півночі самоочищення від­бувається дуже повільно. Самоочищення геосистеми посилюється з підвищенням температури повітря і є вищим у південних ландшафтах. З поступовим глобальним накопиченням забруднювачів буферна місткість ландшафту поступово знижується. До багатьох нових стійких техногенних забруднювачів, які не відомі живій речовині ландшафту, самоочищення може бути відсутнім.

Самоочищення ландшафту – це сукупність процесів механічної, хімічної, фізико-хімічної та біологічної нейтралізації або виведення забруднювачів. Цей процес відбувається під час перенесення речовини у з’єднані ландшафти або міграції трофічними ланцюгами, включаючи мінералізацію їх організмами – редуцентами й органічними кислотами ґрунтового комплексу.

Потрібно усвідомлювати різницю між загальним самоочищенням ландшафту й окремого його компонента. Початкові, а можливо, і всі етапи самоочищення ком­понента ландшафту відбуваються в межах ландшафту – тобто забруднювачі част­ково або повністю, змінюючи форму міграції, переходять у сполучені компоненти ландшафтів і далі – у сполучені ландшафтні системи.

Самоочищення ландшафту відбувається за законами геохімічної міграції. Його на­прямки та кількісні параметри визначаються внутрішніми та зовнішніми чинника­ми міграції. Рівень можливого самоочищення ландшафту визначають за буферною місткістю його компонентів щодо забруднювача або їхнього комплексу. *Буферну місткість ландшафту*визначають як здатність ландшафту протистояти забруднен­ню і вимірюють за кількістю забруднювача, яку ландшафт може поглинути без сут­тєвих негативних наслідків для себе.

Теоретичною базою для дослідження самоочищення ґрунтів вважають «Вчення про поглинальну здатність ґрунтів» Гедройца. У складі сумарної поглинальної здатності ґрунтів автор розрізняє чотири типи здатності ґрунту до поглинання: механічну, фі­зичну (зумовлену глинистістю ґрунту), фізико-хімічну (обмінну органічну та міне­ральну), хімічну (утворення важкорозчинних сполук у ґрунтовому комплексі). Прак­тичні питання самоочищення ґрунтів України нині вирішують у межах наукових про­грам з оцінки буферності, екогеохімічного стану ґрунтів або їхньої автореабілітації.

*Буферність ґрунту*та *природних вод*може визначатися їхньою здатністю зберігати кислотно-лужну реакцію середовища (рН) під впливом фіксованої найвищої кіль­кості забруднювача.

*Самоочищення ґрунтів*зумовлюють процеси фізико-хімічної водної та біогенної мі­грації. Теоретичним обґрунтуванням здатності ґрунту до самоочищення більшість дослідників вважають теорію геохімічних бар’єрів Перельмана. Рівень самоочи­щення ґрунту зростає зі зростанням інтенсивності процесу геохімічного фізико-хімічного розсіювання. Кількісний рівень розсіювання можна оцінити коефіцієнтами та кларками ґрунтового розсіювання – відношенням вмісту у ґрунтоутворювальній породі та кларка елемента у ґрунтах до вмісту у ґрунтовому горизонті. Ступінь роз­сіювання пропорційний рухомому елементу у ґрунті і відповідно інтенсивності само­очищення фунтового горизонту.

*Самоочищення атмосфери*відбувається за законами механічної повітряної міграції через перенесення на інші території та осідання на поверхні природних вод, рос­лин, ґрунтів.

Розсіювання в атмосфері забруднювальних речовин, що викидаються з димарів і вентиляційних пристроїв, підкоряється законам турбулентної дифузії. На процес їхнього розсіювання суттєво впливають такі чинники: стан атмосфери, фізичні і хімічні властивості речовин, що викидаються, висота і діаметр джерела викидів, розташування джерел, рельєф місцевості. Розподіл концентрації забруднювальних речовин в атмосфері під факелом точкового джерела наведено на рис. А.17 (додаток А)*.*

Зона задимлення найбільш небезпечна. Розміри зони задимлення залежно від ме­теоумов перебувають у межах 10-50 висот димаря.

Усередині зони перекидання факела високі концентрації забруднювальних речовин існують за рахунок неорганізованих викидів.

Розсіювання в атмосфері газоподібних домішок і дрібнодисперсних твердих частинок (діаметром менше 10 мкм), що мають незначну швидкість осідання, підкоряється одним і тим самим закономірностям. Для більших частинок пилу ця закономірність порушується, оскільки швидкість їхнього осідання під дією сили тяжіння зростає.

Оскільки в пилогазоочисних апаратах великі частинки вловлюються ефектив­ніше, ніж дрібні, у викидах, що зазнали очищення, залишаються тільки дрібні частинки, їх розсіювання в атмосфері розраховують так само, як і розсіювання газоподібних домішок.

Метеоумови суттєво впливають на перенесення і розсіювання домішок в атмосфе­рі. Найбільший вплив робить режим вітру і температури (температурна стратифіка­ція), осідання, тумани, сонячна радіація.

Вітер може по-різному впливати на процес розсіювання домішок залежно від типу джерела і характеристики викидів. Якщо гази, що відходять, перегріті щодо навколишнього повітря, то вони мають початкову висоту піднесення. У зв’язку з цим поблизу джерела створюється поле вертикальних швидкостей, що сприяють підніманню факела і віднесенню домішок вгору. Це зумовлює зменшення концен­трацій домішок у ґрунті. Концентрація спадає і за дуже сильних вітрів, проте це від­бувається за рахунок швидкого перенесення домішок в горизонтальному напрямі. Внаслідок цього найбільші концентрації домішок у приземному шарі формуються при деякій швидкості, яку називають «небезпечна».

За низьких або холодних джерел викидів підвищений рівень забруднення повітря спостерігається під час слабких вітрів (w = 0-1 м/с) унаслідок скупчення домішок у приземному шарі. Прямий вплив на забруднення повітря в місті надає напрямок вітру. Збільшення концентрації домішок спостерігається тоді, коли переважають віт­ри з боку промислових об’єктів.

Якщо температура навколишнього повітря знижується з висотою, нагріті струмені повітря піднімаються вгору (конвекція), а замість них опускаються холодні. Такі умови називаються конвективними.

Якщо вертикальний градієнт температури буде негативним (температура зростає з висотою), то потік, що вертикально піднімається, стає холоднішим за навколишні маси, і його рух згасає. Такі умови називаються інверсійними.

Якщо підвищення температури починається безпосередньо від поверхні землі, інверсію називають приземною, якщо ж з деякої висоти над поверхнею землі – під­веденою. Інверсії ускладнюють вертикальний повітрообмін і розсіювання домішок в атмосфері.

Тумани на вміст забруднювальних речовин в атмосфері впливають таким чином. Краплі туману поглинають домішку не тільки поблизу підстилювальної поверхні, а й із розміщених вище, найбільш забруднених шарів повітря. Внаслідок цього концен­трація домішок сильно зростає в шарі туману і зменшується над ним. Розчинення сірчистого газу в краплях туману призводить до утворення сірчаної кислоти.

Опади очищають повітря від домішок. Після тривалих інтенсивних опадів високі концентрації домішок в атмосфері практично не спостерігаються.

Сонячна радіація зумовлює фотохімічні реакції в атмосфері з утворенням різних вторинних продуктів, що часто мають токсичніші властивості, аніж речовини, що надходять від джерел викидів. Таким чином, відбувається окиснення сірчистого га­зу з утворенням сульфатних аерозолів.

*Самоочищення природних вод –*це здатність до перетворення шкідливих сполук на нешкідливі.

Самоочищення водних екосистем є наслідком здатності до саморегулювання. Над­ходження речовин із зовнішніх джерел – дія, якій водна екосистема здатна проти­стояти в певних межах за допомогою внутрішньосистемних механізмів. В еколо­гічному сенсі самоочищення є наслідком процесів включення речовин у біохімічні круговороти за участі біоти і чинників неживої природи, що надійшли у водний об’єкт. Кругообіг будь-якого елемента складається з двох основних фондів - ре­зервного, утвореного великою масою компонентів, що поволі змінюються, і обмін­ного (циркуляційного), який характеризується швидким обміном між організмами і місцем їх існування. Всі біохімічні круговороти можна поділити на два основні типи – з резервним фондом в атмосфері (наприклад, азот) і з резервним фондом у земній корі (наприклад, фосфор).

Самоочищення природних вод здійснюється завдяки залученню речовин, що над­ходять із зовнішніх джерел, до процесів трансформації. Внаслідок цього речовини, що надійшли, повертаються до свого резервного фонду.

Трансформація речовин є результатом різних одночасних процесів, серед яких можна вирізнити фізичні, хімічні і біологічні механізми. Величина внеску кожного з меха­нізмів залежить від властивостей домішок і особливостей конкретної екосистеми.

*Фізичні механізми самоочищення.*Завдяки процесу газообміну на межі поділу «ат­мосфера – вода» здійснюється надходження у водний об’єкт речовин, що мають резервний фонд в атмосфері, і повернення цих речовин з водного об’єкта до ре­зервного фонду. Один з важливих окремих випадків газообміну – процес атмо­сферної реаерації, завдяки якому відбувається надходження у водний об’єкт великої частини кисню. Інтенсивність і напрямок газообміну визначаються відхиленням концентрації газу у воді від концентрації насичення CS. Величина концентрації на­сичення залежить від природи речовини і фізичних умов у водному об’єкті – тем­ператури і тиску. При концентраціях, більших CS, газ випаровується в атмосферу, а при концентраціях, менших CS, газ поглинається водною масою.

*Сорбція –*поглинання домішок зваженими речовинами, донними відкладеннями і поверхнями тіл гідробіонтів. Найенергійніше сорбують колоїдні частинки і орга­нічні речовини, що перебувають у дисоційованому молекулярному стані. В осно­ві процесу лежить явище адсорбції. Швидкість накопичення речовини в одиниці маси сорбенту пропорційна його ненасиченості щодо цієї речовини, концентрації речовини у воді й обернено пропорційна вмісту речовини в сорбенті. Приклади нормованих речовин, здатних до сорбції, – важкі метали і ПАР.

Водні об’єкти завжди містять деяку кількість зважених речовин неорганічного і органічного походження. Осадження характеризується здатністю зважених части­нок випадати на дно під дією сили тяжіння. Процес переходу частинок з донних відкладень у зважений стан називається каламученням. Він відбувається під дією вертикальної швидкості турбулентного потоку.

*Хімічні механізми самоочищення. Фотоліз –*перетворення молекул речовини під дією світла, що поглинається ним. Окремими випадками фотолізу є фотохімічна дисоціація – розпад частинок на кілька простіших і фотоіонізація – перетво­рення молекул на іони. Із загальної кількості сонячної радіації близько 1% ви­користовується у фотосинтезі, від 5% до 30% відбивається водною поверхнею. Основна ж частина сонячної енергії перетворюється на тепло і бере участь у фо­тохімічних реакціях. Найбільш дієва частина сонячного світла – ультрафіолето­ве випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання поглинається в шарі води завтовшки близько 10 см, проте завдяки турбулентному перемішуванню може проникати і в глибші шари водних об’єктів. Кількість речовини, що піддалася дії фотолізу, залежить від виду речовини і її концентрації у воді. З речовин, що надходять у водні об’єкти, порівняно швидкому фотохімічному розкладанню піддаються гумусні.

*Гідроліз –*реакція іонного обміну між різними речовинами і водою. Гідроліз є одним з основних чинників хімічного перетворення речовин у водних об’єктах. Кількісною характеристикою цього процесу є ступінь гідролізу, під яким розуміють відношення гідролізованої частини молекул до загальної концентрації солі. Для більшості солей вона становить кілька відсотків і підвищується зі збільшенням розбавлення і темпе­ратури води. До гідролізу здатні й органічні речовини. Гідролітичне розщеплюван­ня найчастіше відбувається по зв’язку атома вуглецю з іншими атомами.

*Біохімічне самоочищення*є наслідком трансформації речовин, здійснюваної гідробі­онтами. Як правило, біохімічні механізми роблять основний внесок до процесу само­очищення, і лише за пригнічення водних організмів (наприклад, під дією токсикантів) суттєвішу роль починають відігравати фізико-хімічні процеси. Біохімічна трансформація речовин відбувається в результаті їх включення в трофічні мережі і здійснюється в перебігу процесів продукції і деструкції.

Таким чином, самоочищення природних вод відбувається за законами фізико-хімічної водної та механічної міграції (хімічне окиснення, розчищення, коагуляція, гідроліз токсикантів і механічне осідання, випаровування та ін.). Зниження кон­центрації елементів у природних водах завдяки процесам техногенного фізико-хімічного розсіювання у воді зумовлює збільшення їхньої концентрації у донних відкладеннях і гідробіонтах.

*Самоочищення рослинного шару*відбувається за законами біогенної міграції. У водоймищах активно діють процеси біогенної міграції за рахунок бактерій, грибів, простіших і тварин, що поглинають і переробляють токсичні речовини. Складність геохімічної структури природних рослинних угрупувань зумовлює їхню набагато більшу стійкість до техногенного впливу щодо рослин штучних антропогенних ландшафтів. Механізм самоочищення окремих рослин базується на основі фізіологічних бар’єрів – внутрішніх механізмів рослин, здатних об­межувати надходження хімічних елементів до органів рослин і регулювати цикли їхньої життєздатності. Водночас рослинам властивий потужний «вивідний» апа­рат, що звільняє їх від надлишків метаболітів (продуктів біохімічних перетворень) через коріння, під час дихання та транспірації. Встановлено, що рослини здатні до транспірації разом з вологою багатьох хімічних елементів, які становлять ці­лі відсотки їхнього вмісту рослинної маси. Таким чином, біогенне розсіювання елементів техногенного забруднення призводить до концентрації їх у шарах при­земної атмосфери.

Сучасні геоекологічні дослідження, спрямовані на визначення рівня відновлення та самоочищення, ґрунтуються на вивченні та аналізі фізико-хімічних форм існу­вання елементів. Дослідження фізико-хімічних форм існування хімічних елементів у ґрунтах, донних відкладеннях, природних водах нині в Україні вважаються до­цільним напрямом для визначення рівня екологічного ризику території.

Самоочищення ландшафту від забруднення визначається трьома групами чинників. До першої групи належать процеси, що визначають інтенсив­ність розсіювання і винесення продуктів техногенезу. На регіональному рівні треба враховувати кількість атмосферних опадів, швидкість вітру, величину поверхневого і ґрунтового стоку, схили рельєфу і загальну розчленованість поверхні.

На локальному рівні треба враховувати характер поверхневого стоку, пов’язаного і з розташуванням ділянки на гіпсометричному профілі, і з властивостями ґрунтово­го покриву, кори вивітрювання і літології. Зрозуміло, хороша інфільтрація ґрунтів призводить до швидкого винесення забруднень за межі ландшафту, а наявність водотриву сприяє затриманню їх у верхніх шарах ґрунтового покриву. Важливе зна­чення має розташування ділянки.

Вирізняють п’ять основних типів місцерозташувань. Верхові або плакорні місцерозташування називаються автономними і елювіальними, що акцентує увагу на їх відносно незалежному положенні. На ці ділянки забруднення з інших місць не надходять з водними потоками. Райони схилів характеризуються транзитними вод­ними потоками, що йдуть з плакорів у долини. Характер накопичення або винесен­ня забруднень великою мірою залежить від індивідуальних особливостей кожної ділянки: його рослинного і ґрунтового покриву, ухилів, характеру літології та ін.

На низинні місця (часто це надзаплавні тераси річок) надходять забруднення, у тому числі і під час розвантаження підземних вод. Аквальні ділянки характеризуються надходженням забруднень з усіх точок водозбору, і в цьому сенсі це найбільш схиль­ні до забруднень ділянки.

Заплави займають деяке проміжне місце між низинними і аквальними, оскільки деякий час їхній режим функціонування схожий з аквальними (під час повені), а решта часу – з низинними ділянками.

У межах різних місцерозташувань є цікава диференціація. У верхових (плакорних) ділянках вирізняють верхові западини і улоговини. Перші характеризуються від­сутністю проточності, що призводить до збільшення імовірності зростання забруд­нення. Улоговини хоча й збирають забруднення з певної площі, водночас звільня­ються від них під час стоку.

Райони схилів також неоднорідні. У нижніх частинах схилів імовірність накопи­чення забруднень набагато більша, аніж у верхніх частинах.

Друга група чинників контролює можливість та інтенсивність іммобілізації і просто­рової інактивації продуктів техногенезу. До них належать умови випадання забруд­нень (кількість штилів, температурних інверсій і туманів), геохімічна стратифікація ґрунтів, механічний склад ґрунтів, фізико-хімічні властивості фільтрації ґрунтів. На регіональному рівні треба враховувати передусім умови випадання забруднень.

Третя група пов’язана з процесами, що визначають інтенсивність перетворень і мета­болізму продуктів техногенезу. Ці процеси залежать від сум сонячної радіації, рівня ультрафіолетового випромінювання, сум температур вище 0° і 10°, інтенсивності фотохімічних реакцій, характеристик балансу органічної речовини (біомаси, річного приросту, швидкості розкладання та ін.). Хорошим показником здатності геосистем до самоочищення від забруднень є *обпадально-підстильний коефіцієнт –*відношен­ня ваги не розкладених органічних рештків, що накопичилися на поверхні ґрунту у вигляді повстини, підстилки або торфу, до ваги органічних рештків, які щороку надходять з рослинним обпаданням на одиницю площі. Чим більше відношення, тим повільніше відбуваються процеси розкладання органічної речовини, а отже, і менш активно відбуваються процеси розкладання забруднювальних речовин.

Рівень обпадально-підстильного коефіцієнта становить для ялинкового лісу пів­денної тайги – 10, діброви – 4, степу – від 1 до 15, пустелі та напівпустелі – 1. Швидкість накопичення органічних речовин пропорційна біологічній акумуляції супутніх елементів і зворотна відповідно до біологічного розсіювання та самоочи­щення ландшафту. Таким чином, небезпека забруднення поверхні ґрунту органіч­ними сполуками зростає з півдня на північ. Особливо велика вона для заболочених ґрунтів з торф’яними горизонтами – накопичення торфу свідчить про повільне розкладання органічних рештків, термін якого вимірюється тисячоліттями.

Саме третя група чинників пов’язана з процесами, що визначають інтенсивність перетворень і метаболізму продуктів техногенезу. Ці процеси залежать від сум со­нячної радіації, рівня ультрафіолетового випромінювання. Вони призводять до реального очищення ландшафтів від забруднень, сприяючи розкладанню речовин, переходу їх у нейтральний стан.