**Тема 3 Кругообіг речовин та його порушення**

Найхарактернішою істотною рисою планети Земля є існування на ній життя. Усю сукупність живих організмів та ту частину речовини планети, що перебуває в постійному обміні речовиною і енергією з цими організмами, прийнято називати "сферою життя" або біосферою.

Отже, природні екосистеми не існують ізольовано, а постійно взаємодіють з іншими екосистемами і, в сукупності, вони утворюють глобальну екосистему - біосферу. На рівні біосфери виявляються свої особливості функціонування системи.

3.2.1. Сучасне уявлення про біосферу і кругообіг речовин у природі

До поняття "біосфера" (bios - життя, sphairo - куля, сфера) близько підійшов французький біолог Ж.-Б. Ламарк (1802), але сам термін "біосфера" вперше запропонував австрійський геолог Едвард Зюсс (1875). Саме він виділив біосферу як окрему оболонку Землі, охоплену життям, хоча не дав визначення цьому поняттю. Поширення терміну "біосфера" набуло після створення концепції біосфери Землі - "живої оболонки", видатним ученим-геохіміком, засновником і першим президентом Академії наук України В.І. Вернадським. За його визначенням, біосфера - це та частина земної кулі, в межах якої існувало й існує життя.

За В.І. Вернадським "...життя - це вища форма розвитку матерії на Землі. Живі організми перетворюють космічну сонячну енергію у земну, хімічну і створюють нескінчену різноманітність нашого світу. Ці живі організми своїм диханням, своїм живленням, своїм метаболізмом, своєю смертю і своїм розмноженням, постійним використанням своєї речовини, а головне -триваючою сотні мільйонів років безперервною зміною поколінь, своїм народженням і розмноженням продовжують одне з найграндіозніших планетарних явищ, що не існує ніде, крім біосфери...".

Сучасне життя поширене в нижній частині атмосфери, у всій гідросфері до максимальних глибин та у верхній частині літосфери - в молодих областях 1,5-2 км, а у кристалічних щитах - 7-8 км до глибини, де температура сягає 100°С (рис. 4.3). Загальна протяжність біосфери Землі становить близько 40 км. Загальна маса біосфери становить -3х1021 кг (0,05 % маси Землі).

Основна маса живої речовини, наявність якої відрізняє біосферу від

інших геосфер, зосереджена в порівняно невеликому прошарку - біостромі. Біострома лежить на поверхні суходолу та охоплює верхні шари водойм і вона містить до 98% всієї живої речовини планети.

Процеси, які відбуваються у біосфері та навколишньому середовищі, породжуються і підтримуються, з одного боку, космічними, а з другого -земними факторами, пов'язаними з особливостями Землі як планети: гравітаційне і магнітне поле, особливості речовини тощо. Взаємодія цих двох факторів створює єдиний витвір - Землю, структурною складовою якої є біосфера.

У монографії "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" (1965) В.І. Вернадський висунув ідею і довів, що біосфера Землі складається із семи глибоко різнорідних, але геологічно невипадкових речовин (рис. 3.4).

Жива речовина - це сукупність та біомаса всіх живих організмів біосфери. В.І. Вернадський підрахував загальну масу живої речовини біосфери ~1015 т, проте ця величина дещо завищена. За сучасними даними вона складає ~4,9х10

т. Основну частину біомаси суходолу складають зелені рослини (99,2%), а океану - тварини (93,7%).

Роль живої речовини у формуванні обличчя планети Земля є надзвичайно великою. На думку В.І. Вернадського, живі організми "...пов'язані з навколишнім середовищем потоком атомів: своїм диханням і розмноженням...". Саме В. І. Вернадський довів, що живі організми мають пріоритетне значення у формуванні обличчя Землі. За В.І. Вернадським, "...на поверхні Землі немає хімічної сили більш постійно діючої, а тому і більш могутньої за своїми кінцевими наслідками, чим живі організми в цілому...". Живі організми не лише пристосовуються до умов навколишнього середовища, а й активно його змінюють. З виникненням життя спочатку повільно, а потім дедалі швидше і значиміше почалися зміни довкілля, що їх здійснювала жива матерія, аж доки не досягли планетарних масштабів. Наприклад, в процесі фотосинтезу утворився сучасний хімічний склад атмосфери; під впливом живих організмів утворені ґрунти, тощо.

Середній хімічний склад живої речовини відрізняється від хімічного складу геосфери. Так, найбільш поширеними хімічними елементами геосфери є кисень, силіцій, алюміній тощо. Основною ж складовою живої речовини є вуглець (до 18%) та кисень. Серед сполук металів, відносно високий вміст в живій речовині є тільки заліза, калію, магнію, натрію, кальцію.

В. І. Вернадський відмітив, що в біосфері проходить біогенна міграція атомів хімічних елементів, яка викликається променистою енергією Сонця та проявляється у процесі обміну речовин, рості й розмноженні організмів.

Хоча біорізноманіття Землі є достатньо високим, проте при рівномірному розташуванні живих організмів на поверхні Землі, утворений шар складатиме ~5 мм. Отже, життя є вразливим.

Біогенна речовина - це речовина органічного походження, яка створена живими організмами і яка є джерелом надзвичайно потужної потенційної енергії. Це вугілля, нафта, торф, бітуми тощо.

Косна речовина - це речовина неорганічного походження утворена процесами, в яких жива речовина не брала участі. Це гірські магматичні породи, які утворюють земну кору.

Біокосна речовина - це продукти розкладу і переробки косної речовини живими організмами, тобто речовина утворена одночасно косними процесами та живими організмами, причому вона має значну біохімічну енергію в біосфері. Біокосна речовина є найбільш поширеною в біосфері. Це ґрунти, природні води, тощо. Наприклад, ґрунти містять, в середньому, 93% косної та 7% живої і біогенної речовини.

Відомо, що все живе в біосфері утворює живу речовину і живі організми відіграють важливу роль у геологічних процесах. Хімічний склад сучасних атмосфери й гідросфери зумовлений життєдіяльністю організмів. Велике значення мають організми і для формування літосфери. Більшість порід, і не лише осадових, а й таких, як граніти, так чи інакше пов'язані своїм походженням з біосферою. Мінеральна інертна речовина переробляється

живими організмами, перетворюючись в якісно нову. Таким чином, жива та нежива речовини на Землі становлять гармонійне ціле. Хімічний склад зовнішньої оболонки нашої планети, біосфери, перебуває під впливом життя. Енергія, яка надає біосфері її звичайного вигляду, має космічне походження, її випромінює Сонце у формі променистої енергії, але саме живі організми перетворюють цю космічну променисту енергію у земну, хімічну, і формують нескінчену різноманітність нашого світу.

Сьогодні чітко доведено, що заселеною життям є вся гідросфера до максимальних глибин, а межі життя в атмосфері і літосфері є умовними. Характеризуючи межі поширення життя в атмосфері, М.Ф. Реймерс (1994) зазначив, що максимальна густина життя спостерігається від поверхні суші чи води до висоти 50-300 м, яку він назвав екотопом. Глибина життя в літосфері залежить від особливостей умов цього середовища (температура, тиск, волога, тощо) і вона коливається від 0,5-2,0 до 6,0-8,0 км. Характеризуючи межі активного життя, слід враховувати ряд життєвих факторів:

це достатня кількість діоксиду вуглецю і кисню;

достатня кількість вологи;

сприятливий термічний режим, який має виключати надто високі і надто низькі температури. Найживучишими є прокаріоти.

Історично межі біосфери змінювались. Перші екосистеми були малими, вони займали незначний прошарок Землі і серед живих організмів були присутні, переважно, дрібні анаеробні гетеротрофи, що живились органічними речовинами, які утворились в ході абіотичних процесів. Далі відбувся, за Ю. Одумом "популяційний вибух" автотрофних організмів. Межі біосфери розширила людина опанувавши космічний простір, де зазвичай життя відсутнє. Так чи інакше, сьогодні біосфера охоплює шар до 20 км, де активно існує життя. Все інше слід називати "парабіосферною зоною".

Біосфера в сьогоднішньому розумінні - це глобальна відкрита система зі своїми механізмами саморегуляції. З позиції кібернетики складові біосфери -екосистеми, описуються як "чорний ящик", процеси всередині яких закодовані природою. Самоорганізація біосфери пояснюється формуванням інформаційної системи, причому ця інформація зберігається в живих організмах.

Сонячна енергія - це єдине джерело енергії для біосфери. Понад 35% цієї енергії, що досягає межі стратосфери, відразу відбивається атмосферою в космічний простір, ще 8% - пилинками, що знаходяться в повітрі. Понад 10% поглинається водяною парою, озоном та іншими газами. Тільки 47% сонячного випромінювання досягає поверхні Землі, а з цієї кількості енергії, до 10% витрачається на відбивання, 50% - на випаровування і лише 40% залишається в межах біосфери. З цієї кількості енергії лише 1/4 йде на процеси фотосинтезу. Тому, стан біосфери в цілому і процеси енерго- й масообміну в ній чутливі до антропогенних впливів, адже всі живі організми споживають енергію і її необхідно постійно поповнювати.

3.2.2. Кругообіги хімічних елементів у біосфері

Енергія Сонця засвоюється продуцентами і залучається в геохімічні цикли через процес фотосинтезу, який здійснюється зеленими рослинами. Процеси фотосинтезу тривають вже понад 1,5 млрд. років і, здавалось, хімічні елементи, які беруть участь у цих процесах, повинні були б уже давно вичерпатись. Однак, цього не відбувається. Російський вчений В.Р. Вільямс зазначив: "...існує єдиний шлях до того, щоб надати чомусь кінцевому властивості нескінченого - примусити кінцеве обертатись по замкнутому колу, тобто залучити його в кругообіг". Насправді, усі потрібні для підтримання життя речовини не вичерпуються завдяки здійсненню постійного кругообігу.

Основною причиною кругообігу є обмеженість хімічних елементів, з яких будуються тіла організмів.

В природі існує два кругообіги речовин: великий - геологічний та малий -біологічний, хоча правильно говорити про кругообіги хімічних елементів, а не речовин.

Великий кругообіг триває протягом сотень тисяч років (геологічних епох). Він полягає в тому, що гірські породи руйнуються і вивітрюються в процесах ерозії, а утворені при цьому продукти потоками вітру і води, через залучення їх в малі кругообіги, зносяться у Світовий океан. Внаслідок цього утворюються морські нашарування і, з часом, в процесі геотектонічних змін ці нашарування повертаються на сушу, і процес починається знову.

Малий кругообіг, який є частиною великого, відбувається на рівні екосистем. Він є набагато більш експресним, ніж великий. Кругообіг хімічних речовин із неорганічного середовища через рослинний і тваринний світи знову в неорганічне середовище (в процесі редукції) з використанням енергії хімічних реакцій називають біохімічним циклом.

Жива речовина значно прискорила й змінила кругообіги різних речовин, зокрема води, кисню, азоту, сірки, вуглецю. Утворення живої речовини та її розклад - це дві сторони єдиного процесу, який називають біохімічним (малим) кругообігом хімічних елементів. Справедливим є твердження, що життя - це кругообіг хімічних елементів між організмом і довкіллям.

Глобальними біогеохімічними функціями живої речовини є енергетична, газова, концентраційна, окислювально-відновна і біохімічна.

Енергетична функція полягає в засвоєнні живою речовиною переважно сонячної енергії і передачі її по трофічних ланцюгах. В основі цієї функції лежить фотосинтетична діяльність зелених рослин, утворюючих 98% всієї первинної продукції планети, що складає біля 150-200 млрд. т сухої органічної речовини в рік.

Газова функція здійснюється зеленими рослинами, які в процесі фотосинтезу виділяють кисень, рослинами і тваринами, що виділяють при диханні вуглекислий газ, а також багатьма бактеріями, поновлюючими азот, сірководень і ін. Завдяки газовій функції сформувався сучасний склад атмосфери, що значно відрізняється від такого в добіосферний період.

Концентраційна функція виявляється в здатності живих організмів

накопичувати різні хімічні елементи, зокрема мікроелементи, із зовнішнього середовища (ґрунту, води, атмосфери). Деякі види є специфічними концентраторами хімічних елементів в кількостях, в десятки і навіть тисячі разів перевищуючих їх вміст в середовищі. Так, бурі водорості концентрують йод, діатомові водорості і злаки - кремній, фіалки - цинк, молюски і ракоподібні - мідь, і т.п. Слідством концентраційної функції живих організмів є геохімічні аномалії багатьох ділянок земної поверхні, поклади вапняку, локальні скупчення деяких хімічних елементів.

Окислювально-відновна функція виражається в хімічних перетвореннях речовин в процесі життєдіяльності організмів. У ґрунті, водному і повітряному середовищах утворюються солі, оксиди, нові речовини як результат окислювально-відновних реакцій. З діяльністю мікроорганізмів пов'язано формування залізних і марганцевих залізняків, вапняків і т.п.

Біохімічна функція здійснюється у процесі обміну речовин в живих організмах (живлення, дихання, виділення) і руйнування відмерлих організмів і продуктів їх життєдіяльності до простих неорганічних речовин. Все це приводить до кругообігу хімічних елементів у природі, їх біогенної міграції.

Розрізняють три основні типи біохімічних кругообігів:

кругообіг води;

кругообіг елементів переважно в газовій фазі;

кругообіг елементів переважно в осадовій фазі.

Біосферу визначають як область Землі, де протікають кругообіги вуглецю, азоту, кисню і фосфору, в яких беруть участь п'ять хімічних елементів (Н, О, С, N, S), що рухаються через атмосферу, гідросферу і літосферу.

3.2.2.1. Кругообіг вуглецю і кисню в природі

Вміст вуглецю в земній корі невеликий (0,1-0,2% маси), але його сполуки є основою всіх форм життя. З кругообігом вуглецю безпосередньо зв'язаний кругообіг кисню в біосфері, а також цикли азоту, фосфору і сірки. Біогеохімічний цикл вуглецю визначає енергетику біосфери, оскільки життєдіяльність рослинних фотосинтезуючих організмів і їх взаємодія з тваринами, мікроорганізмами і неживою природою є найбільш загальним механізмом фіксації, накопичення і перерозподілу космічної енергії, що надходить на Землю.

Стисло кругообіг вуглецю в біосфері можна описати таким чином (рис. 3.5). Атмосфера і вода океанів є резервуарами активного неорганічного 1фонду вуглецю, який міститься там у вигляді діоксиду у вільному (2,1-10 т) і розчиненому (1,3-1014 т) вигляді. Між атмосферою і океаном постійно відбувається обмін діоксидом вуглецю. Підвищення концентрації і парціального тиску СО2 в атмосфері і охолоджування вод (регіональне або сезонне) супроводжується відповідним збільшенням концентрації діоксиду вуглецю у воді і утворенням розчинів бікарбонатів металів за реакцією

СО2 + Н2О — Н2СО3 Н2СО3 + СаСО3 — Са(НСО3)2.

У подальшому бікарбонати можуть, випадаючи в осад, зв'язувати частину CO2 у карбонатах. Інша частина СО2 при цьому знову виділяється в атмосферу. Зменшення концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері або підвищення температури викликає дегазацію вод океану. При цьому в осад випадає еквівалентна частина вуглекислого кальцію:

Са(НСО3)2 — СаСО3І + Н2СО3

Н2СО3 - СО2 + Н2О.

Таким чином утворюються осадові карбонатні породи, і вуглець йде з кругообігу в тривалий геологічний цикл.

В цілому Світовий океан діє як величезний насос, поглинаючи вуглекислий газ у високих широтах, де вода має низьку температуру, і виділяючи його в тропіках, де температура води підіймається, при цьому наголошується відповідне збільшення парціального тиску CO2 у атмосфері.

Іншим механізмом поглинання діоксиду вуглецю з атмосфери і гідросфери з відповідним виділенням вільного кисню є фотосинтез.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

Загальновизнано, що біогеохімічний цикл вуглецю порушений в біосфері надто сильно. Багато галузей промисловості, зокрема металургія, хімічна і нафтохімічна промисловість, промисловість будівельних матеріалів утворюють як побічні продукти значні кількості оксидів вуглецю. Знищення більшої частини поверхні і біомаси лісів, мінералізація лісових підстилок, окислення гумусу орних ґрунтів і осушення торф'яників також приводить до значних надходжень діоксиду вуглецю в атмосферу в кількостях, порівнянних з надходженнями внаслідок промислової діяльності. З перекладом органічних сполук вуглецю у форму діоксиду зв'язані також інтенсивний рибний лов, китобійний промисел і полювання, і т.д.

3.2.2.2. Кругообіг азоту в природі

Азот в житті планети відіграє таку ж істотну роль, що і вуглець, лише трохи поступаючись останньому в біофільності.  Загальна спрямованість

біогеохімічного кругообігу азоту на планеті виражена в його акумуляції в молекулярній формі в атмосфері, де зосереджено 75% всього азоту біосфери -5-1015 т.

Цикл азоту найскладніший і добре організований в природі (рис. 3.6). Атмосферне повітря, що на 78% складається з азоту, є його основним резервним фондом. Провідну роль в кругообігу азоту грають мікроорганізми. Азот постійно поступає в атмосферу завдяки життєдіяльності денітрифікуючих бактерій і знову включається в кругообіг в результаті діяльності азотофіксуючих бактерій, водоростей і утворення сполук азоту при електричних розрядах - блискавках і фотохімічній фіксації. При цьому азот переводиться в нітратну форму, найбільш придатну для використання зеленими рослинами для синтезу білка і утворення рослинної і далі тваринної протоплазми. Азот протоплазми в свою чергу переходить з органічної в неорганічну форму в результаті діяльності ряду бактерій - редуцентів, причому кожен вид виконує свою частину роботи. Деяка кількість цього азоту зрештою переводиться в нітратну форму, чим цикл і завершується.

Антропогенні порушення в балансі біогеохімічного кругообігу азоту на планеті і особливо на суші дуже великі і локально вже викликають негативні і навіть смертельні для людини наслідки - хвороба метгемоглобанемія. Встановлено, що разові захворювання виникають, якщо вміст нітратів у воді досягає 40-50 мг/л, і зустрічаються часто, якщо концентрація нітратів перевищує 95 мг/л. Межа, рекомендована Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), складає 45 мг/л. В світі щорічно проводиться і вноситься в ґрунти більше 30 млн. тонн азоту у вигляді мінеральних добрив. У країнах Західної Європи середні норми азоту, що вносяться з добривами, досягли 100­150 кг/га. Азотні добрива вже складають близько 30% загальних надходжень зв'язаного азоту в ґрунт і океан.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

Іншим істотним фактором порушення кругообігу азоту в природі є відходи промислового тваринництва і птахівництва, а також побутові відходи і стоки великих міст.

3.2.2.3. Кругообіг фосфору в природі

З усіх елементів, присутніх в живих організмах, фосфор, очевидно, має найбільше екологічне значення, оскільки відношення його кількості до кількості інших елементів в організмах звичайно набагато вище, ніж відповідне відношення в тих джерелах, звідки організми черпають необхідні їм елементи. Недолік фосфору великою мірою обмежує продуктивність в тому або іншому районі, чим недолік будь-якої речовини, за винятком води. Сполуки фосфору входять до складу тканин мозку, скелета, панцирів. Особливо важлива роль фосфору в накопиченні внутріклітинної енергії - утворення фосфатиллепідів і в синтезі нуклеїнових кислот. При нестачі фосфору порушується енергетика клітини і синтез білка. Біогеохімічний кругообіг фосфору в природі багато в чому відмінний від розглянутих раніше кругообігу вуглецю, кисню і азоту. Для останніх газоподібні форми сполук є обов'язковою і найважливішою ланкою. Газові ж форми сполук фосфору, наприклад фосфін, практично в його біогеохімічному кругообігу не представлені. Кругообіг фосфору за структурою дещо простіший за кругообіг азоту (рис. 3.7). На відміну від азоту резервуаром фосфору служить не атмосфера, а гірські породи або інші відкладення, що утворилися в минулі геологічні епохи. Породи ці поступово піддаються ерозії і вивільняють фосфати, які використовуються рослинами для синтезу протоплазми. Рослинна протоплазма служить основою для синтезу тваринної протоплазми. Фосфор протоплазми знов переводиться з органічної в неорганічну форму внаслідок діяльності фосфатредуцюючих бактерій. Багато фосфатів з річковим стоком потрапляє в море, де частина їх відкладається в мілководних опадах, а частина втрачається у глибоководних. Морські риби і птахи грають важливу роль в поверненні фосфору в кругообіг з моря на сушу. У минулому цей процес був значно інтенсивнішим, про що говорить утворення, наприклад, знаменитих покладів гуано на узбережжі Перу.

Є серйозні докази того, що фосфор - головний регулятор всіх інших біогеохімічних кругообігів. Кількість нітратів у воді або кисню в атмосфері залежить від стану кругообігу фосфору. Без фосфорних добрив неможливо отримувати необхідні урожаї сільськогосподарської продукції.

Дефіцит фосфору в ґрунтах пояснюється його фіксацією у вигляді нерозчинних сполук. Ґрунти здатні поглинати і затримувати від подальшого вилуговування практично необмежену кількість фосфору. Таким чином від 30 до 50% фосфору, внесеного з добривами, залишається в ґрунті в малодоступній формі - відбувається так звана фосфотизація ґрунтів. Ерозія ґрунтів супроводжується сильним механічним винесенням фосфору і інших живильних речовин.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

Ерозія ґрунтів, змив добрив, органічних відходів, скидання каналізаційних вод приводять до сильного забруднення річок і озер сполуками фосфору.

3.2.2.4. Кругообіг води в природі

Воді відводиться найважливіша роль у формуванні й організації всіх біогеохімічних циклів у природі. Вода присутня у всій біосфері: водоймищах, повітрі, ґрунті і живих організмах, останні можуть містити до 90% води в своїй біомасі. Так, тіло людини містить ~71% води. Без води людина може прожити 8 діб; при втраті 10% води наступає самоотруєння, а 21 % - смерть.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

Вода в природі знаходиться в кругообігу. Кругообіг води - це процес безперервного, взаємопов'язаного переміщення води на Землі, який проходить під впливом сонячної енергії, сили тяжіння, життєдіяльності живих організмів і господарської діяльності людини.

Стисло кругообіг води в біосфері можна описати таким чином. Вода поступає на поверхню Землі у вигляді опадів, що утворюються головним чином з водяної пари, що утворюється в результаті випаровування води рослинами (так зване транспірування), суш, поверхнею морів і океанів. Частина її знов випаровується, прямо або побічно за допомогою рослин і тварин, частина - живить підземні води і частина - разом з річковим стоком, що включає поверхневий і підземний стік, досягає морів і звідти випаровується. Очевидно, що кількість випаровуваної в результаті транспірування або безпосередньо поверхнею суші і океану води, а також кількість опадів міняється залежно від місцевих умов і пори року. У загальному випадку випаровування з одиниці площі в лісистій місцевості значно більше, чим з одиниці поверхні моря. Із зменшенням рослинного покриву, зменшується транспірування, а отже і кількість опадів, що приводить до зниження рівня ґрунтових вод і зрештою - до запустинювання Землі.

Під дією теплової енергії Сонця з поверхні океану та континентів щорічно випаровується ~525x10 км води, що відповідає 1030 мм атмосферних опадів на рік. Частина води повертається до Світового океану у вигляді атмосферних опадів, формуючи ланку малого кругообігу води в природі. Друга частина води у вигляді атмосферних опадів переноситься повітряними масами на континенти, утворюючи ланку великого кругообігу води в природі, де приймають участь випаровування з поверхні суходолу та атмосферні опади, а також річковий стік, який частково повертається у Світовий океан. Великий та малий кругообіги води в природі забезпечують єдність всієї води гідросфери.

Хоча різні частини гідросфери пов'язані одна з одною процесами кругообігу води в природі, проте швидкість їх природного поновлення неоднакова. Наявні дані про різні частини гідросфери, їх водного балансу дозволили вирахувати активність водообміну, який проходить в процесі кругообігу води. Під активністю водообміну розуміють швидкість поновлення окремих водних ресурсів гідросфери. Вона виражається кількістю років, які необхідні для їх повного поновлення.

У руслах річок міститься всього 1200 км3 води, але з врахуванням активності водообміну ця величина в річному циклі зростає ~ в 35 разів. Річкові води поновлюються в середньому кожні 11 діб, що свідчить про швидку їх поновлюваність. От чому річкова вода в природних умовах завжди практично прісна і є основним джерелом водних ресурсів. Із величини активності водообміну можна робити висновки про вміст солей у складових гідросфери. Чим швидше проходить поновлення води у водному джерелі, тим більш прісною буде вода в даному водному джерелі.

Запаси води на Землі величезні, проте це переважно солона вода Світового океану. Запаси прісної води, потреба людей у якій є особливо великою, незначні і вичерпні. Прісні води слід розглядати як найбільш цінний компонент гідросфери, що зумовлено широким їх використанням в житті людини. Проблема глобальних та регіональних балансів

прісних вод суходолу виступає як одна з актуальних проблем гідрології. В багатьох місцях планети відчувається нестача її для зрошення, потреб промисловості, пиття та інших побутових потреб.

Господарська діяльність людини прискорює кругообіг води, збільшуючи площу випаровування. Діяльність людини викликає прискорення кругообігів усіх хімічних елементів біосфери (Н, О, С, N, S). Це зумовлено тим, що в біосферу людиною викидаються рухомі форми сполук цих хімічних елементів (CO2, SO2, NxOy, фосфати, сульфати, нітрати, тощо).

При організації заходів з охорони природних вод в першу чергу слід розрізняти два основних аспекти використання води: водокористування і водоспоживання, які по різному впливають на екологічний стан природних водойм. При водокористуванні вода залишається у водоймищах і застосовується як транспортний засіб (лісосплав, водний транспорт), середовище (рибне господарство, відпочинок), механічне джерело енергії (гідроенергетика). При водокористуванні можливе лише якісне виснаження водних ресурсів, яке зумовлено забрудненням водойм. Водоспоживання пов'язане з забором води з водоймищ для промислових, агрокультурних, комунально-побутових та інших потреб. При водоспоживанні можливе як якісне, так і кількісне виснаження водних ресурсів та незворотні втрати води.

Основними водоспоживачами є сільське господарство, енергетика, житлово-комунальне господарство (рис. 3.8). Потреба промисловості у воді дуже велика; наприклад, для виплавки 1 т чавуну і переведення його в сталь і прокат необхідно 50-150 м3 води, 1 т мідь - 500 м3 води, виробництво 1 т пластмаси вимагає до 100 м води, а 1 т синтетичного каучуку і штучних волокон 2000-3000 м3 води.

За ДСТУ 3041-94, водокористування - це використання водних об'єктів і систем водопостачання для задоволення потреб населення і народного господарства, а водоспоживання - це споживання води з водного об'єкта чи системи водопостачання.

Складання світового водного балансу є лише однією стороною важливої проблеми. Необхідно з певною точністю знати якою частиною світових водних ресурсів розташовує людина для своєї практичної діяльності. Фактично людина для своєї господарської діяльності може використовувати, так звані, щорічно поновлювані водні ресурси, які досить точно оцінюються середньобагаторічним стоком всіх річок в океан (поверхневим і підземним).

Оцінка споживання прісної води людиною на різні потреби наведена на рис. 3.8. З нього виходить, що вже зараз для задоволення своїх потреб людству потрібно близько 40% придатних для використання водних ресурсів, причому, велика частина з них витрачається на розбавлення забруднених стічних вод. Слід зазначити, що часто навіть після ефективного очищення, для отримання гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин стічні води необхідно розбавляти. Так, для стоків виробництва синтетичних волокон кратність розбавлення складає близько 1:200, а поліетилену - 1:30.

Порушення людиною  кругообігу  води  в природі  відбувається в

основному з тих же причин, що і зміна клімату: знищення лісів, інтенсивна іригація, зміна гідрографічної мережі, збільшення концентрації вуглекислого газу і пилу в атмосфері, руйнування озонового шару, виробництво енергії, забруднення морів і океанів, зокрема, утворення на їх поверхні нафтових плівок і т.д.

Наслідком перерахованих явищ стає зміна інтенсивності випаровування, а значить, і хмарності, кількості опадів, величини поверхневого і підземного стоків, рівня ґрунтових вод і зрештою - продуктивності сільського господарства. До інших негативних наслідків порушення людиною кругообігу води в природі можна віднести зміну і міграцію видів рослинності і тварин, затоплення, заболочування землі або її висушування і запустинювання, одноманітність клімату і ландшафту. Подібні явища поки спостерігаються в локальному і регіональному масштабах.

Для збереження біогеохімічного кругообігу води, що склався в біосфері, необхідно вирішити завдання раціонального використання і управління водними ресурсами Землі. Кардинальним напрямом у промисловості тут є створення безвідходних виробництв і в їх складі замкнутих водооборотних циклів. Значно скоротити споживання води можна, застосовуючи нові безвідходні процеси або вдосконалюючи ті, що існують, зокрема, покращуючи методи очищення забруднених стічних вод з метою повернення їх у виробничий цикл.

Знищення лісів призводить до значного зменшення транспірування, а отже, зменшення кількості опадів, ерозії, засоленню і запустинюванню ґрунтів. Розведення і збереження лісів служить регулятором водного балансу і, зокрема, річкового стоку. Наявність лісу істотно зменшує поверхневий стік і стік з невеликих річок, паводкова витрата води, збільшує загальний річний стік, стік в посушливі періоди, а також витрату води в міжсезонний період. Збільшити транспірування і всі випаровування з поверхні суші можна також за рахунок розвитку високопродуктивного землеробства і зрошуваного землеробства в посушливих районах. Спорудження водозбірних басейнів, наприклад, дамб на малих річках, і підтримка їх в доброму біологічному стані дозволить згладжувати піки паводків, регулювати витрату води і тим самим рівномірніше розподіляти її запаси в перебігу року.