**АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ГІДРОСФЕРУ ТА ЙОГО НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ**

Гідросфера є переривистою водною оболонкою Землі, яка включає сукупність океанів, морів, поверхневих і підземних вод суші, льодяних покривів. Усі природні води єдині і між ними підтримується тісний взаємозв'язок. «Будь-який прояв природної води, - писав *В.І. Вернадський* - глетчерний лід, безмірний океан, ріка, ґрунтовий розчин, гейзер, мінеральне джерело - складають єдине ціле, прямо або побічно, але глибоко пов'язане між собою». Ідея єдності всіх природних вод, так чітко сформульована *В.І.Вернадським*, має велике значення при розгляді проблем раціонального використання, забруднення й охорони водних ресурсів. Усі види природних вод взаємопов'язані у процесі кругообігу води в природі. Переважна частина вод припадає на океани та моря, які займають близько 71% земної поверхні і в яких зосереджено 1,4**∙**109 км3 або 96,5% усього об'єму. Велику частину поверхні суші (78%) складають периферійні області, сполучені зі Світовим океаном, а 22% припадають на частку областей внутрішнього замкненого стоку, волога яких потрапляє до Світового океану з потоками атмосферної вологи.

*Водні ресурси* - це всі природні води Землі, які представлені водами річок, озер, водосховищ, боліт, льодовиків, підземних горизонтів, океанів і морів. Згідно «*Водного кодексу України*» (1995) *водні ресурси* – це «обсяги поверхневих, підземних і морських вод відповідної території», а згідно *ДСТУ 3041-95* – це «придатні для використання людиною в будь-яких формах і потребах запаси поверхневих вод, також вода льодовиків, вода пари атмосфери, ґрунтова волога».

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяються на водоспоживачів і водокористувачів. *Водоспоживачі* забирають воду, використовують її для виготування промислової та сільськогосподарської продукції або побутових потреб населення, а потім повертають до водного об'єкту, але вже в іншому місці, в меншій кількості і з іншими якісними характеристиками. *Водокористувачі* використовують воду як середовище (водний транспорт, рибальство і т.д.) або як джерело енергії (ГЕС), але можуть змінювати якість води (наприклад, водний транспорт), гідрологічний режим (наприклад, ГЕС) і т.д. Оскільки важко провести чітку межу між водоспоживанням і водокористуванням, то у «Водному кодексі України» (1995 р.) залишилося одне поняття «*водокористування*» – використання вод (водних об’єктів) для задоволення потреб населення і галузей економіки. Використання води в залежності від цілей можна поділити на господарсько-питне, комунальне, сільськогосподарське, промислове, транспортне і т.д.

Поверхневі водні об’єкти України вкривають 24,1 км2 (4,0% загальної території (603,7 тис. км2) держави. Найбільша кількість водних ресурсів зосереджена в річках басейну Дунаю у прикордонних районах України. Найменш забезпечені водними ресурсами Донбас, Криворіжжя, Крим і південні області України. У загальному обсязі забору води водозабір з річок, озер, водоймищ становить 11,6 млрд. м3, підземних джерел – 2,6 млрд. м3, безпосередньо з морів – 0,9 млрд. м3. Водоспоживання на одного міського жителя становить 262 дм3/д. За обсягами використання води в галузевому розрізі виділяється промисловість – 4,9 млрд. м3 (48%). Обсяги води у комунальному та сільськогосподарському господарствах становлять відповідно 2,8 млрд. м3 - 28% та 2,4 млрд. м3 - 24% [42].

***1 Екологічні проблеми поверхневих вод суші. Дефіцит води.***

Вода – найбільш важливий і широко вживаний ресурс. Антропогенний водозабір всіх джерел світу оцінюється у 4 тис. м3/рік. Обсяги інших природних ресурсів, таких як вугілля або нафта – на три порядки менше. Водні ресурси на суходолі розподілені нерівномірно. У Європі та Азії, де проживає понад 70% населення світу, зосереджено лише 39% прісної води. Росія за ресурсами займає провідне місце у світі: оз. Байкал містить 1/5 всіх світових запасів прісної води.

Україна за запасами прісної води посідає 87 місце поряд з Суданом та Іраком. Причому, кількість доступної води розподілена нерівномірно: у південних областях кількість води на особу втричі менше, ніж на північному заході. Лише 7% орних земель України зволожується у достатній мірі.

Конкуренція за водні ресурси у майбутньому може призвести до міжнародних конфліктів. Наприклад, на даний момент протягом останніх десятиліть розвивається конфлікт між Єгиптом та Суданом, Ефіопією, Угандою, Танзанією й Руандою.

Вода – локальний ресурс, який важко транспортувати. Тому видобування, використання та утилізація водних ресурсів відбувається поблизу від місця споживання. Це значною мірою зумовлює екологічні проблеми гідросфери.

**Зарегулювання стоку.** Якщо у певному регіоні потреби у водних ресурсах починають перевищувати величину річкового стоку, а інших джерел прісної води немає, застосовують регулювання річкового стоку. Зарегулювання стоку проводять шляхом будівництва гребель, які штучно регулюють кількість води, яка пропускається нижче. Найдавніші греблі відомі у Єгипті за 3 тис. років до н.е. Як результат, більшість річок у світі має зарегульований стік: Дніпро – 6, Волга – 11, у басейні р.Колумбія (США) – 160 гребель. Всього в Україні побудовано 1087 водосховищ. На даний момент світові можливості великомасштабного гідротехнічного будівництва вичерпані і не відповідають критеріям економічної доцільності.

Зарегулювання річкового стоку у свою чергу призводить до виникнення низки екологічних проблем:

*а) Затримка завішених мінеральних речовин – замулення водосховищ.* Час існування водосховища обмежений процесами заповнення ложа водосховища річковими наносами. В результаті водосховища на рівнинних річках мають проектний час експлуатації від 100-120 до 500 років Наприклад, через замулювання з 1972 р. по 2000 р. глибина Нурекського водосховища (р. Вахш, Таджикистан) зменшилася на 75 м. За оцінками, експлуатаційний термін цього водосховища станом на 2012 р. становить 15-20 років.

*б) Зміна стоку біогенних речовин.* Як наслідок, відбувається розростання вищої водної рослинності. Площа водного дзеркала водосховища зменшується, прогресує замулення, виникають заморні явища внаслідок дефіциту кисню.

*в) Збільшення випаровування* – посилює дефіцит води, змінюються гідрохімічні показники (зокрема, жорсткість та загальна мінералізація).

*г) Підвищення ерозії берегів* – внаслідок абразивних та обвальних процесів відбувається посилення замулювання ложа водосховищ, змінюється форма берегів та прилеглих ландшафтів.

*д) Перешкоджання проходу мігруючих видів гідробіонтів* – греблі виступають штучними бар’єрами на шляху міграційних коридорів, по яких здійснювали пересування нерестові стада анадромних видів риб (здійснюють нерест у прісних водоймах, нагул – у морях). Затоплення прибережних ділянок, зникнення заплави річки призводить до зникнення нерестовищ.

*е) Поява адвентивних видів гідробіонтів* – зміна гідрологічного та гідрохімічного режиму водосховища дає можливість розселенню та бурхливому розвитку багатьох чужорідних видів гідробіонтів. Зокрема, ряд двостулкових молюсків (наприклад Dreissena) поширилися у водосховищах Північної півкулі завдяки гідротехнічному будівництву. У дніпровських водосховищах реєструються солоноводні види гідробіонтів (морський молюск Hypanis просунувся до Кременчуцького водосховища, пухлощока риба-голка зустрічається вище Києва

**Забруднення.** Розрізнюють 3 види забруднення поверхневих вод суші: фізичне, хімічне і біологічне. *Фізичне забруднення* поверхневих вод створюється скидом у них тепла і радіоактивних речовин. Теплове забруднення пов'язане, головним чином, з використанням води задля охолоджень ТЕС та АЕС, і відповідно близько 1/3 і 1/2 електроенергії, яка виробляється, скидаються в ту ж водойму. Внесок у теплове забруднення додають також і деякі промислові підприємства. Так, з початку цього сторіччя вода у Сені потеплішала понад 5оС, а багато річок Франції перестали замерзати взимку. У межах Москви на Москва-ріці тепер рідко можна побачити льодинки, а на притоках в районі скидів ТЕЦ спостерігаються ополонки з зимуючими на них качками. На деяких річках промислового сходу США іще наприкінці 1960-х років вода нагрівалася до 38-48оС.

Радіоактивне забруднення гідросфери може викликатися як природними джерелами (виходами підземних та пластових вод в районах природних радіоактивних аномалій), так і штучними джерелами (скиди радіоактивних речовин, випробування ядерної зброї).

*Хімічне забруднення* створюється надходженням до поверхневих вод різних токсичних речовин, основними джерелами яких є доменне і сталеливарне виробництва, підприємства кольорової металургії, гірничодобувна, хімічна і нафтопереробна промисловості, а також екстенсивне сільське господарство (яке використовує додаткові мінеральні та людські ресурси, але не можливості технічного прогресу). Крім прямих скидів стічних вод необхідно враховувати також можливість забруднення поверхневих вод під час взаємодії з іншими природними середовищами (атмосферою, педосферою та літосферою). Масштаби забруднення поверхневих вод деякими металами такі: *Mn* - 262, *Zn* - 226, *Cr* - 142, *Pb* - 138, *Ni* - 113, *Cu* - 112, *As, Se* - 41, *Sb* - 18, *V* -12, *Mo* - 11, *Cd* - 9,4 та *Hg* - 4,6 тисяч т/рік. Інтенсивно забруднюють поверхневі води целюлозно-паперова і нафтопереробна промисловості, у стоках яких містяться нафтопродукти, феноли, складні органічні сполуки, хлор, кольорові метали та ін. Наявність нафтопродуктів (НП) у водах знижує здатність водних об'єктів до самоочищення. Завислі і розчинені НП розкладаються не скоріше, ніж за 100-150 днів і призводять до порушення природних біологічних процесів у водному середовищі. В останні роки поверхневі води країн колишнього СРСР у 80% випадків спостережень виявились забрудненими НП, у 60% - фенолами і 40% - важкими металами. У поверхневі води суші надходить багато нітратів через нераціональне використання азотних добрив і збільшення викидів автотранспорту; це стосується і фосфатів (добрива, миючі засоби), вуглеводнів (нафта і продукти її переробки). Одним із небезпечних ЗР є *синтетичні поверхнево-активні речовини* (СПАР), які широко використовуються у побуті для збільшення змочування, піноутворювання. В Україні на даний момент законодавчо не обмежене використання, ввезення та продаж фосфатовмісних миючих засобів. Як результат, станом на 2012 р. всі без виключення поверхневі води на території України є забрудненими фосфатами. У Європі та багатьох інших країнах світу понад десятиліття діє обмеження або ж повна заборона використання фосфатовмісних миючих засобів. Надходження фосфатів до водойм призводить до інтенсивного розвитку водної рослинності, цвітіння річок, зниження вмісту водорозчинного кисню, паралізації діяльності мікроорганізмів та, відповідно, до припинення процесів біологічної самоочистки.

Органічні речовини, які потрапляють до водойм можуть бути як природного, антропогенного так і змішаного походження. За здатністю до мікробіологічного руйнування їх поділяють на *нестійкі* та *стійкі органічні* забруднюючі речовини. Нестійкі органічні ЗР легко окислюються сапротрофними мікроорганізмами, які при цьому споживають з води розчинений кисень. Тому, кількість таких органічних сполук оцінюють з величиною *біохімічного споживання кисню* (*БСК*). БСК визначається як кількість кисню, що споживається мікроорганізмами при окислюванні органічних речовин, які містяться в одиниці об'єму води, за визначений період часу. На практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК5) та за двадцять діб (БСК20). Зазвичай БСК20 трактують як повне БСК (БСКПОВН), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК є оцінкою загального забруднення води органічними речовинами.

*Стійкі органічні ЗР* характеризуються токсичними властивостями, які проявляються навіть при незначній кількості у воді, виявляють стійкість до мікробіологічного розкладання. Вони характеризуються біоакумуляційними властивостями, для них властивий транскордонний перенос по повітрю, воді та мігруючими організмами. Вони накопичуються в екосистемах суходолу, і, особливо, водних біоценозах. Для характеристики їх вмісту у воді використовують величину *хімічного споживання кисню* (*ХСК*). ХСК визначається як кількість хімічного окислювача у перерахунку на кисень, необхідну для окислювання органічних і мінеральних речовин, що містяться в одиниці об'єму води. При визначенні ХСК використовують біхромат калію (*К2Сr2O7*). ХСК як і БСК не дає інформації про склад забруднення, проте дозволяє оцінити загальні обсяги такого забруднення.

*Біологічне забруднення* створюється мікроорганізмами (в тому числі хвороботворними), а також органічними речовинами, здатними до бродіння. Головне джерело біологічного забруднення поверхневих вод суші та прибережних морських вод - комунально-побутові стоки: каналізаційний скид, харчові відходи, стічні води підприємств харчової промисловості (бойні, м'ясокомбінати, молочні, сироварні, цукрові заводи і ін.), целюлозно-паперової та хімічної промисловості, а в сільській місцевості - стоки великих тваринницьких комплексів. Біологічне забруднення може стати причиною епідемій холери, черевного тифу, паратифу та інших кишкових інфекцій, а також деяких вірусних захворювань (гепатит). Найбільш оптимальним санітарно-показовим мікроорганізмом води є кишкова паличка (*Escherichia coli*). З одного боку, вона - постійний мешканець кишківника людини, а з іншого - забруднення вод бактеріями кишкової групи знаходиться в тісному зв’язку з надходженням фекалій, господарсько-побутових стічних вод і т.д., а відповідно і з наявністю патогенних бактерій. Ступінь біологічного забруднення характеризують за допомогою таких показників: *колі-тітр* – це найменший об’єм води, який припадає на одну кишкову паличку; *колі-індекс* – це абсолютна кількість кишкових паличок в 1 дм3 води. Крім того, використовуються додаткові санітарно-показові організми: протей (мікроб гниття), термофільні (до 80оС) мікроорганізми, бактеріофаги, гідробіологічні одноклітинні і багатоклітинні організми тощо.

При визначенні гідроекологічних умов, орієнтуються на стан гідробіонтів, ступінь сапробності і трофності та інші критерії.

*Сапробнiсть* – це ступінь насичення води органічними речовинами, які, як правило, не мають токсичної дії.

*Трофнiсть* – ступінь первинної біологічної продуктивності водних екосистем, який визначається вмістом у воді фосфору, азоту і інших біогенних елементів та комплексом гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних і інших факторів.

*Гідробіонти* поділяються на: 1) *бентос* (мешканці дна водойми чи водотоку); 2) *планктон* – дрібні мешканці товщі води, які не здатні до активного переміщення у товщі води(дрібні ракоподібні, одноклітинні водорості); 3) *нейстон* (організми, які мешкають у поверхневій плівці води); 4) *пагон* (найпростіші, коловертки, черви, молюски, ракоподібні та ін., які зиму проводять у льоду в стані анабіозу, а весною оживають і продовжують планктонний чи бентосний спосіб життя); 5) *перифітон* – група гідробіонтів, що живуть на межі фаз вода – твердий субстрат, який може бути дуже різним за походженням (каміння, бетон, деревина, твердий покрив тварин, вищі водорості тощо); 6) *нектон* – активно плаваючі пелагічні часто великі за розміром тварини, переважно хижаки.

Гідробіонти мають санітарно-індикаторне значення. При оцінці води за шкалою сапробності (система *Р. Кольквіца – М. Марсона*) враховують наявність у водоймі певних видів організмів. За наявністю специфічних організмів, які здатні мешкати у воді, збагаченій розчиненими органічними речовинами, виділяють наступні зони сапробності: I – *полісапробна* (зона дуже сильного забруднення); П – *α-мезосапробна* і *β-мезосапробна* (зони середньої забрудненості); Ш – *олігосапробна* (зона чистої води).

ЗР у водні об’єкти надходять такими шляхами: зі стічними водами населених пунктів, міст, промислових і сільськогосподарських підприємств; з дощами і талими водами в результаті змиву з поверхні ґрунту побутового бруду, НП, добрив, отрутохімікатів та інших речовин; від водного транспорту і споруд на берегах; безпосередньо з атмосферними опадами, в яких містяться розчинені ЗР від викидів до повітряного басейну тощо.

*Зворотна вода* – це вода, що повертається за допомогою технічних споруд і засобів із господарської ланки кругообігу води до його природних ланок у вигляді скидної, дренажної і стічної води (*ДСТУ 3041-95*):

*- скидна вода* – вода, що відводиться із зрошуваних сільськогосподарських угідь і поливних забудованих територій, а також вода, відведена від ділянок, на яких застосовується гідромеханізація;

*- дренажна вода* - вода, яка профільтрувалась у дренаж із тіла гідротехнічної споруди чи її основи, а також із осушуваного (зрошуваного) земельного масиву;

*- стічна вода* - вода, що зібралась у процесі господарсько-побутової та виробничої діяльності чи при відведенні наслідку опадів із забудованих територій. За походженням *стічні води* поділяються на декілька груп: 1) *господарсько-побутові*; 2) *промислові*; 3) *поверхневий стік* підприємств і населених пунктів; 4) *сільськогосподарські*; 5) *рудникові і шахтні води*. Кожна група має свій специфічний склад, в якому переважає певна сукупність ЗР.

*Господарсько-побутові стоки* містять в собі велику кількість органічних і мінеральних речовин в розчиненому і завислому стані. Згідно з нормами [44] від одного мешканця за добу в каналізаційну систему надходять: 65 г завислих речовин, 70 г органічних речовин, 9 г хлоридів, 8 г азоту амонійного, 3,3 г фосфатів, 2,5 г синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Концентрація (мг/дм3) вказаних ЗР залежить від норми скиду в даному населеному пункті і визначається за формулою:

*С = а /(n**1000),* (4.3)

де: *а* - норма забруднення, г/доба на 1 мешканця;

*n* - питома норма скиду, дм3/доба на 1 мешканця [44].

*Промислові стоки* відрізняються великою різноманітністю складу і концентрації ЗР, що визначається специфікою виробництва і системою водопостачання і водоскиду. На промислових підприємствах до 90% води витрачається на охолодження продуктів або апаратів і стоки зазнають лише теплового забруднення (I категорія). Іноді води слугують для поглинання і транспорту нерозчинних дисперсних домішок і частково розчинних солей, якими забруднюються (ІІ категорія). Води категорії Ш аналогічні по генезису, але додатково нагріваються при контакті з продуктами. Води категорії IV є безпосередньо реакційним компонентом і забруднені всіма складовими технологічного процесу. Крім того, стічні води підприємств поділяються [43]: 1) *за складом* (виробничі, побутові, атмосферні); 2) *за характером основних ЗР* (утримуючі мінеральні, органічні і органо-мінеральні домішки); 3) *за концентрацією* (слабо концентровані - до 0,5, середньо концентровані 0,5-5,0, концентровані - 5-30, дуже концентровані - понад 30 г/дм3); 4) *за агресивністю* (сильно кислі *рН* < 3,0; кислі *рН* = 3,0-5,0; слабко кислі *рН* = 5,0-6,5; нейтральні *рН=* 6,5-7,5; слабко лужні *рН=* 7,5-8,0; лужні *рН=* 8,5-9,5; сильно лужні *рН >* 9,5).

*Поверхневі стічні води промислових підприємств і населених пунктів* формуються за рахунок дощових, талих і поливомийних вод. Об'єм поверхневого стоку визначається: інтенсивністю опадів і їх тривалістю; загальною площею міської території і характером її забудови; рельєфом місцевості. Концентрація і склад ЗР у стічній воді залежить від галузевої приналежності підприємств. Загалом переважають завислі речовини (0,1-11,3 г/дм3), органічні речовини, НП, ВМ.

*Сільськогосподарські стічні води.* У стічних водах тваринницьких комплексів переважають органічні речовини, азот, фосфор; розчинені речовини становлять 20-35%, завислі - 65-80% від загального об'єму. До складу поверхневих стічних вод, зливових і талих вод з полів входять азот, фосфор, калій і отрутохімікати. Винесення біогенних елементів залежить від дози внесення, хімічного складу добрив, об'єму поверхневого стоку і типу ґрунтів. Так, за тривалого застосування високих доз мінеральних добрив до ґрунтових вод надходить до 20% внесеного азоту і 1,5 – 2,0% – фосфору. Винесення отрутохімікатів залежить від доз їх внесення, швидкості розкладання, міграційної здатності, інтенсивності водного стоку, періоду часу між їх внесенням і випаданням атмосферних опадів. Внаслідок надходження колекторно-дренажних вод у водних об'єктах збільшується мінералізація води (передусім за рахунок сульфатів і хлоридів).

*Шахтні і рудникові води* мають високу мінералізацію, *рН* < 7, і містять велику кількість рудних елементів, які знаходяться як в рідкій фазі, так і у зависі. Істотним джерелом забруднення водоймищ є поверхневі стічні води з породних і рудних відвалів, територій гірничо-збагачувальних комбінатів.

Вміст ЗР у воді регламентується санітарними нормами і правилами та рибогосподарськими вимогами і вимірюється концентрацією в мг/дм3. Характеристикою небезпечності речовини для людини і живих організмів є *ГДК* і *клас шкідливості* (*I – надзвичайно шкідливі, П – дуже шкідливі, Ш – шкідливі, IV – помірно шкідливі*).

*ГДК* – максимальні концентрації, при яких речовини не впливають безпосередньо або опосередковано на стан здоров’я населення (при дії на організм продовж всього життя) і не погіршують гігієнічні умови водокористування.

*ГДК* встановлюється за *лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ)*. Встановлено такі *ЛОШ*: санітарно-токсикологічна, загальносанітарна, органолептична, рибогосподарська. Таким чином, *ГДК* – це мінімальні концентрації речовин, при яких проявляється одна з лімітуючих ознак шкідливості. При розрахунках необхідного ступеню очистки стічних вод від ЗР враховують їх адитивну дію. Для речовин тієї ж *ЛОШ* повинно витримуватись співвідношення:

n

*Σ (Ci / ГДКi) ≤ 1,* (4.4)

i

де *Ci* та *ГДКi* – відповідно концентрація *i*-ої речовини в очищених стічних водах і її *ГДК*, мг/дм3.

*Гранично допустимий скид (ГДС)* – кількість ЗР у стічних водах, максимально допустима для відведення в установленому режимі у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті. *ГДС* розраховується за найбільшими середньогодинними витратами стічних вод (м3) фактичного періоду їх випуску. Концентрація речовин приймається мг/л або мг/м3, а величина *ГДС* розраховується в грамах на годину (г/год). *ГДС* визначається за формулою: *ГДС= qст* ***·*** *Сд,* (4.4)

де *qст* - витрата стічних вод (м3/год);

*Сд – допустима концентрація речовини в стічних водах (мг/м3).*

Неочищені і частково очищені стічні води, що надходять до водних об'єктів, призводять до зміни їх фізико-хімічних властивостей та забруднення. У забруднених водних об'єктах відбуваються складні процеси, які призводять до відновлення природного стану їх режиму. Сукупність гідродинамічних, біологічних, хімічних і фізичних процесів, які призводять до зниження концентрації ЗР у воді, називається *самоочищенням*. У багатьох водоймах та водотоках цей процес стає усе більш ускладненим через велику кількість ШР, які надходять і поділяються на: 1) *мінеральні* (пісок, глина, шлаки, попіл, розчини і емульсії солей, кислот, лугів, радіоактивні сполуки); 2) *органічні* (речовини рослинного і тваринного походження, а також смоли, феноли, спирти, барвники, альдегіди, сірко- та киснеутримуючі сполуки і т.д.); 3) *біологічні* (хвороботворні бактерії, віруси, збудники інфекцій).

Основними факторами забруднення поверхневих вод України є: 1) недостатньо очищені чи зовсім неочищені комунально-побутові і промислові стічні води, що містять органічні речовини, іони ВМ та інші ЗР; 2) НП, які надходять з промислових майданчиків та територій міської забудови; 3) зливні й талі води, що містять аналогічні ЗР; 4) змив з сільськогосподарських угідь продуктів мінеральних добрив і отрутохімікатів. Обсяги скидання на території України зворотних вод в річки басейнів Чорного і Азовського морів у 2011 р. склали 7692 млн. м3 (в т.ч. неочищених – 270 млн. м3, недостатньо очищених – 1766 млн. м3). При цьому не враховано надходження ЗР з транзитними водами р. Дніпро, Дністер і Кілійського гирла Дунаю.

**Евтрофікація.** Зворотні води значно збагачені біогенними елементами, які сприяють евтрофуванню водойм. *Евтрофування (евтрофікація)* – підвищення біологічної продуктивності водних об’єктів, в першу чергу водойм, в результаті накопичення у воді біогенів (*N, P, C*) під дією природних чи антропогенних факторів.

Основною причиною евтрофування («*цвітіння*») водних об’єктів (річок, водоймищ, озер, водосховищ, ставків, морів) є масове утворення синьо-зелених водоростей (СЗВ). Із 3400-4100 видів фітопланктону біля 300 (7%) здатні до створення масових скупчень. Масовий розвиток СЗВ обумовлюють такі фактори: 1) *фізичні* (горизонтальна неоднорідність водної маси; вертикальна стратифікація; висока сонячна активність; оптимальна температура води; вітри, течії, припливи; опріснення води); 2) *хімічні* (високий вміст біогенів, розчинених і завислих органічних речовин); 3) *біотичні* (відсутність або зменшення харчування фітопланктоном та зоопланктоном); 4) *антропогенні* (забруднення водних об’єктів біогенними речовинами).

Внаслідок посиленого розвитку у водному об’єкті рослин і мікроорганізмів, а потім їх відмирання, погіршуються органолептичні та фізико-хімічні властивості води (зменшується її прозорість, вода набуває зеленого чи жовто-бурого кольору, з’являються неприємний смак і запах, підвищується значення *рН*, спостерігається дефіцит кисню, виникають заморні явища і т.д.). Якість води погіршується при концентрації сирої біомаси СЗВ до 50-250 г/м3 води, а екологічно небезпечними є концентрації від 250-500 г/м3 і більше. В результаті «цвітіння» водних об’єктів: 1) завдається шкода стану гідробіоценозів і здоров’ю населення, господарському використанню водних ресурсів; 2) отруюються і гинуть дикі і домашні тварини, деякі гідробіонти; 3) руйнуються природні і напівштучні (аквакультури) ЕС, порушується біологічна різноманітність гідробіоценозів; 4) завдається значний економічний збиток (наприклад, негативні наслідки евтрофування північно-західної частини Чорного моря).

***Кругообіг води****.* Розглядаючи кругообіг води, необхідно нагадати, що вода виступає у ролі розчинника мінеральних, органічних і газових компонентів. Крім того, природні води є складними природними фізико-хімічними розчинами мінеральних, органічних і газових компонентів. До процесів водообміну залучається широкий спектр ХЕ та сполук, оскільки вода присутня в усіх складових БС і відіграє величезну роль у ЖР. Так, наприклад, біомаса на суші надто чутлива до кількості опадів, і не випадково екстремально-високі її значення (в середньому 650 т/га) характерні для вологих тропіків, а мінімальні (2-2,5 т/га) - для аридних зон. Насіння рослин, у яких вміст води не перевищує 10%, представляє форми уповільненого життя. Таке ж явище (ангідробіоз) відзначається у деяких видів безхребетних, які за несприятливих умов можуть втратити частину води із своїх тканин, але зберігати життєздатність. До найбільш негативних наслідків призводить зневоднення людського організму (середній вміст води у ньому складає 63%).

Сумарні запаси води на Землі у незв'язаному стані складають 1386 млн. км3, в тому числі на долю Світового океану припадає 1338 млн. км3, тобто 96,5% (*О.А. Спенглер*, 1980). За даними В.І. Вернадського деяка кількість води знаходиться у зв'язаному стані у магмі в глибинних частинах нашої планети, однак перехід її у вільний стан відбувається дуже повільно, приблизно зі швидкістю 0,3 км3 на рік (за даними *О.П. Виноградова*, 1967). Отже, частка магматогенних (ендогенних, ювенільних) вод у складі гідросфери є незначною. За даними американського дослідника *Х.Л. Пенмана* (1970), якщо воду рівномірно розподілити по поверхні земної кулі, то товщина утворених шарів складе для Світового океану - 2700 м, льодовиків - 100 м, підземних вод - 15 м, поверхневих прісних вод – 0,4 м, атмосферної вологи – 0,03 м. Незважаючи на відносно малий вміст атмосферної вологи, саме вона відіграє основну роль у циркуляції води і у її біогеохімічному кругообігу.

Утворення гідросфери у геологічному минулому Землі пов'язується з процесами охолодження й дегазації магми. На ранніх етапах еволюції планети водна оболонка була суцільною, але в міру того, як утворювались континенти, відбулося її роз'єднання. З появою БС процеси кругообігу води стали відносно складними, оскільки до простого фізичного випаровування додався процес біологічного випаровування, пов'язаний з діяльністю живої речовини, включаючи й антропогенну діяльність.

Схематично кругообіг води можна описати таким чином: вода надходить до атмосфери у результаті випаровування з водної поверхні під дією сонячної енергії. Вологе повітря підіймається догори, де водяна пара конденсується, утворюючи хмари. Завдяки охолодженню атмосфери вода повертається на поверхню суші або океану у вигляді опадів різного типу. Над Світовим океаном випадає 78% від загальної кількості опадів, а над континентами – 22%, тобто кругообіг відбувається в основному між атмосферою й океаном (малий кругообіг). Волога, що перенесена повітряними потоками на сушу й випала у вигляді атмосферних опадів (великий кругообіг), потім витрачається на інфільтрацію, випаровування і поверхневий стік. Кількість води, яка виділяється внаслідок транспірації або випаровування з поверхні морських та континентальних водоймищ, залежить від місцевих умов. Так, з одиниці площі в лісовій місцевості, яка віддалена від моря, випаровується значно більше вологи, ніж з поверхні моря. Зі зменшенням щільності рослинного покриву зменшується і транспірація. У той же час, стік лісових водозборів на 50-95% вищий за стік відкритих водозборів. Таким чином, рослинний покрив відіграє найважливішу роль у рівновазі елементів кругообігу води у БС.

***2 Принципи оцінки якості поверхневих вод***

*Якість води* – характеристика складу води і властивостей води як компонента водної екосистеми і життєвого середовища гідробіонтів, а також в контексті придатності її для конкретних цілей водокористування [7]. Говорячи про якість вод, мають на увазі їх стан, про який судять по набору показників. *Показники якості води* – сукупність фізичних, хімічних та біологічних характеристик води. Набір показників якості для різних користувачів може бути різним і залежить від вимог, які висуває кожен користувач до складу й властивостей вод.

Таким чином, якість води – характеристика складу і властивостей води, яка визначає придатність її для конкретних видів водокористування; її стан, представлений набором показників, який відображає потреби користувачів у складі й властивостях вод.

Комплексна оцінка якості вод використовується у випадках, коли необхідно простежити тенденцію просторово-часової зміни стану вод під впливом природних і антропогенних процесів, може бути використана також для порівняння стану водного середовища різних водних об'єктів.

Як приклад, можна розглядати визначення якості поверхневих вод за допомогою *індексу забруднення вод* (ІЗВ), який розраховується за шістьма показниками (*NH4+, NO2–*, НП, *С6Н5ОН, О2,* БСК5) згідно з формулою [47].

, (4.6)   n і і i ГДК C ІЗВ 1 6 1

де *Сі* – середнє арифметичне значення показника якості води; *ГДКі* – гранично допустима концентрація.

У формулі (4.6) для *O2* ГДК ділиться на середнє значення його концентрації.

Модифікований ІЗВ [47] розраховується теж за шістьма показниками: БСК5 і *O2* є обов'язковими, а інші чотири показники беруть за найбільшими відношеннями до ГДК зі списку: *SO42–*, *Cl*–, ХСК, *NH4+, NO2–, NO3–, РО43–*, *Fe* загальне, *Мn2+, Cu2+, Zn2+, Cr6+, Ni2+, Al3+, Pb2+, Hg2+, As3+*, НП, СПАР.

Критерії оцінки якості вод за ІЗВ наведені в табл.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблиця 4.4 – Критерії оцінки якості вод за ІЗВ [47] **Клас якості води** | **Характеристика класу** | **Значення ІЗВ** |
| ***Для поверхневих вод суші*** | | |
| І | Дуже чиста | ≤ 0,30 |
| ІІ | Чиста | 0,31 – 1,00 |
| ІІІ | Помірно забруднена | 1,01 – 2,50 |
| IV | Забруднена | 2,51 – 4,00 |
| V | Брудна | 4,01 – 6,00 |
| VI | Дуже брудна | 6,01 – 10,0 |
| VII | Надзвичайно брудна | > 10,0 |
| ***Для морських вод*** | | |
| I | Дуже чиста | ≤ 0,25 |
| II | Чиста | 0,26 – 0,75 |
| III | Помірно забруднена | 0,76 – 1,25 |
| IV | Забруднена | 1,26 – 1,75 |
| V | Брудна | 1,76 – 3,00 |
| VI | Дуже брудна | 3,01 – 5,00 |
| VII | Надзвичайно брудна | > 5,00 |