



ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДНИХ ВОД ТА ЇХ КАРТОГРАФУВАННЯ

УДК 577.4:528

В. А. Барановський, доктор географічних наук
Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України

УПОСТАНОВІ Верховної Ради України «Про основні напрями державної політики у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» (1998 р.) визначено найбільш актуальні екологічні проблеми природних вод на території України. Ними є:

- кризове зменшення самовідтворювальних можливостей річок та виснаження водоресурсного потенціалу, до якого призвело надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти внаслідок інтенсивного способу ведення водного господарства;
- значне забруднення водних об'єктів унаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь;
- широкомасштабне радіаційне забруднення басейнів багатьох річок унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС;
- погіршення якості питної води через незадовільний екологічний стан джерел питного водопостачання;
- недостатність економічного механізму використання і реалізації водоохоронних заходів;
- відсутність автоматизованої постійно діючої мережі моніторингу в системі водокористування тощо.

Названі екологічні проблеми є актуальними для всіх водних басейнів України. Це також стосується Дніпра, водні ресурси якого становлять близько 80 % водних ресурсів України і забезпечують водою понад 32 млн населення та 2/3 господарського потенціалу країни. Інтенсивне використання земель басейну Дніпра для ведення сільського господарства (60 % території розорано), яке призвело до ерозії 35 та трансформування 80 % земель первинного природного ландшафту, перетворило водосховища на Дніпрі в акумуля-

тори забруднювальних речовин. Значної шкоди північній частині басейну завдала катастрофа на Чорнобильській АЕС; у критичному стані перебувають малі річки басейну, значна частина яких втратила природну здатність до самоочищення. В катастрофічному стані річки нижнього Дніпра, де щороку ускладнюється санітарно-епідеміологічна ситуація, зменшується вилов риби та бідніє біологічне різномайття. 27 лютого 1997 р. Верховна Рада України затвердила Національну програму екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води.

Не в кращому, а подекуди і в гіршому стані перебувають басейни інших річок України.

Тому питання екологічної оцінки якості природних вод в Україні є дуже актуальним. Для поліпшення такого стану розроблені екологічні класифікації та нормативи якості вод, методики їхньої екологічної оцінки, в тому числі з використанням картографічного методу дослідження.

Існуючі розробки з картогра-

фування забруднення і якості природних вод можна узагальнити таким чином [3, 4]:

- карти створюються для сезонних, річних і багаторічних періодів;
 - оцінка якості води виконується за окремими показниками і їх комплексами у вигляді різних індексів, наприклад ІЗВ;
 - використані при картографуванні класифікації і системи оцінок залежать від завдань дослідження і способів їхнього досягнення;
 - використовується, як правило, два способи зображення компонентів забруднення – значками, локалізованими до пунктів спостереження, що характеризують кількісні і якісні характеристики водного об'єкта, і спосіб знаків руху вздовж його русла.
- Існуючий досвід дає змогу виділити два типи карт забруднення водних об'єктів. По-перше, це карти, що охоплюють значні території. На таких картах не потрібна велика деталізація. Вони відтворюють природний склад води, потенціал самоочищення і



ступінь забруднення природних вод. Карти допомагають у цілому виявити напружені в екологічному відношенні ділянки, що вимагають невідкладних водоохоронних заходів. Друга група карт – це великомасштабні карти, що охоплюють невеликі ділянки водойм: у районах промислових вузлів, населених пунктів, на критичні в екологічному відношенні ділянки рік тощо. Вони відтворюють санітарний стан конкретних ділянок водойм і використовуються під час гігієнічної оцінки водоохоронних заходів.

Створення таких карт методично складне завдання. Нині таке картографування ведеться розрізнено без необхідних теоретичних і методичних розробок. Особливо недостатньо вивченими і вирішеними залишаються питання обґрунтування принципів відбору і узагальнення показників картографування, установлення принципів поєднання і комплектування показників на одній карті і багато іншого. З усіх розроблених на сьогодні класифікацій найбільш обґрунтовані для картографування є оцінка ступеня забруднення водойм за індексом. Розрахунок індексу забрудненості води (ІЗВ) для поверхневих вод виконується за обмеженою кількістю інгредієнтів. При цьому використовується формула [5]: $ІЗВ = (С/ГДК)/6$, де 6 – обмежене число показників, що беруться для розрахунків, у тому числі і показники розчиненого кисню і БПК₅. Всі оцінки є формалізованими, в основі їх лежать сумування результатів хімічного аналізу проб води.

Прикладом такої оцінки можна назвати розроблену і видану в Інституті географії НАН України за участю фахівців з інших установ карту «Україна. Екологічна оцінка якості поверхневих вод» у масштабі 1 : 1000 000 [6]. Оцінку проведено за трьома блоками показників: А – сольовий склад, Б – трофіко-і сапробіологічні показники, В – специфічні показники токсичної і радіаційної дії. Загальний екологічний індекс «Е» розрахований як середнє арифметичне значення трьох факторних індексів. На нашу думку, проведена екологічна оцінка якості поверхневих вод, переважно, за гідробіологічними показниками, ближча до рибогосподарських, ніж гігієнічних критеріїв. Рибогосподарські критерії більш жорсткі і мають специфічні ГДК. Вони не заперечують гігієнічних норм, а допо-

внюють їх, сприяють збереженню цілісності водних екосистем.

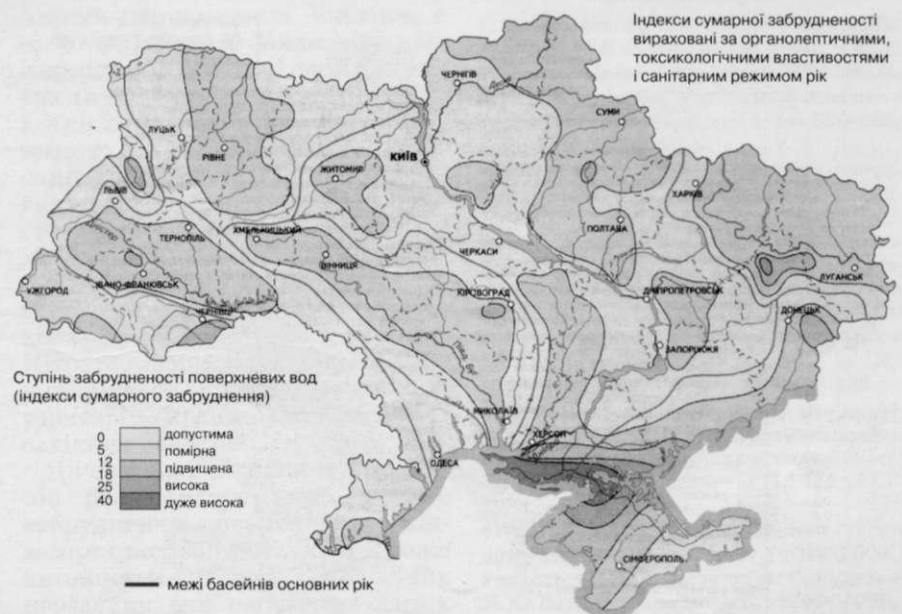
Є ще інша методика оцінки якості води, що базується на санітарно-гігієнічному підході і стосується самої людини. Вона використана нами для розробки карти «Україна. Забрудненість поверхневих вод» у масштабі 1:2000 000 [2]. Для характеристики стану водних об'єктів було проаналізовано результати дослідження поверхневих вод на пунктах господарсько-питного, культурно-побутового та рекреаційного водокористування, проведених Центральною СЕС за 1995 – 1997, а також 1983 – 1985 рр. Ця оцінка в пунктах водокористування проводилась на основі державних санітарних правил і норм «Вода питна. Гігієнічні вимоги для якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.12.1996 р., № 383. Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення передбачає оцінку якості води за органолептичними, токсикологічними, загальносанітарними (санітарним режимом) і бактеріологічними показниками. Органолептичні показники визначалися нами за запахом, смаком, кольоровістю, мутністю, завислими речовинами, рН, лужністю, загальними жорсткістю та мінералізацією, сухим залишком, умістом магнію, марганцю, заліза, хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів тощо. Перевищення їх концентрації в 4 – 8 і більше разів ГДК оцінюється в 3 – 4 бали (норма 2),

що є перешкодою для питного використання води. Стосовно будь-якого виду водокористування головне значення має питання мінералізації води і складу головних іонів. Небажана і навіть шкідлива питна вода з дуже високою (більше 1000 мг/дм³), так і з дуже низькою (менше 100 мг/дм³) мінералізацією. Вода з мінералізацією 50 – 100 мг/дм³ і менше немає доброго смаку і сприймається як дуже прісна.

Питна вода не повинна містити сірководень і метан, що надають їй неприємного запаху і смаку. Вміст кальцію і магнію зумовлює жорсткість і м'якість води. Загальна жорсткість повинна бути не менше 7 мг/л, а в особливих випадках до 10 мг/л. Для пиття може використовуватись відносно жорстка вода, оскільки вміст солей кальцію і магнію не надто шкідливий для здоров'я людини. Однак у дуже жорсткій воді погано розварюється м'ясо і овочі, прання білизни пов'язане з додатковою витратою води, тканини зношуються, фарби тьмяніють. Взагалі, дуже м'яка, як і надзвичайно велика загальна жорсткість погано відбиваються на здоров'ї людини.

На екологічну якість води впливають й інші органолептичні показники води, а саме: запах, смак, прозорість, мутність. Вони не тільки впливають на естетичне сприйняття, а й сприймаються людиною як доказ умісту в воді шкідливих для її здоров'я речовин. Вимоги до таких органолептичних властивостей води такі: запахи і смаки не по-

Забрудненість пeverхневих вод



винні бути більше 2 балів, кольоровість менше 20°, прозорість більше 30 см, мутність менше 2 мг/дм³.

Чиста вода при малому шарі води – безкольорова, при великому – має голубуватий відтінок. Решта відтінків кольору вказує на вміст домішок. Так, солі заліза зафарбовують воду в червонуватий (іржавий) колір, дрібні частинки піску і глини – в жовтий. Гумусні речовини (продукти розпаду трави, листя, кори та ін.) надають воді зафарбування від жовтого до коричневого. Чиста вода немає смаку. Його надає забруднення. Розрізняють чотири види смаку: солоний, гіркий, кислий, солодкий. Солоний смак води залежить від хлоридів натрію, гіркуватий – хлоридів магнію, кислий – надлишку кислот, солодкуватий – органічних речовин.

Важливим екологічним показником є прозорість води. З нею пов'язана інтенсивність фотосинтезу, глибина проникнення світла в товщу води. Прозорість тісно пов'язана з мутністю, тобто вмістом завислих мінеральних частинок.

Для питної води оптимальною є її температура від 8 до 15°C. Вода з більш високою температурою немає освіжаючої дії на організм людини і погано втамовує спрагу. Вода з більш низькою температурою може бути причиною застудних захворювань (ангіна, грип, бронхіти).

Важливий в екологічному значенні також водневий показник рН природної води. Водневий показник або концентрація вільних іонів водню визначає сту-

пінь кислотності або лужності води. При величині рН від 6,5 до 7,5 води нейтральні, нижче – кислі, а вище названої величини – лужні. Більшість поверхневих вод суші має нейтральну або слабкокисло реакцію (рН від 6 до 8). Чітко виражену кислу реакцію мають болотні води. При рН менше 5,5 у прісних водоймах починає зменшуватись видова різноманітність гідробіонтів, одержують розвиток грибки.

Токсикологічні властивості визначали за вмістом азоту (аміаку, нітратів, нітритів), фтору, фенолу, ціаніду, міді, свинцю, цинку, хлору, нікелю, цезію-137 і стронцію-90. Використання води з концентрацією шкідливих речовин більше ГДК у 3 – 5 разів може призвести до виникнення початкових хворобливих симптомів серед населення через 1 – 2 місяці; в 10 разів – через 2 – 4 тижні; в 100 разів – через декілька діб. Специфічна дія на організм людини нітратів. Для нітратного азоту встановлена велика ГДК – 10 мг/дм³, оскільки самі по собі вони не шкідливі для людини. Однак під дією деяких кишечних бактерій при високих дозах нітрати можуть перейти в нітрити – отруйну речовину, що, сполучаючись з гемоглобіном крові, переводить його в форму метгемоглобіну, що перешкоджає проникненню кисню по кровоносній системі організму.

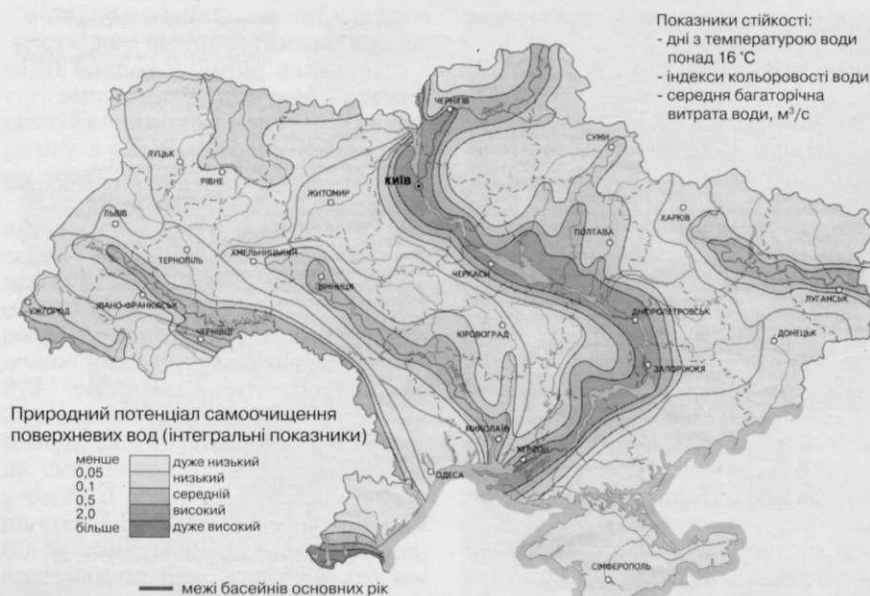
Санітарний режим природних вод оцінювали за розчином кисню, БПК5 і БПК20, окиснюваністю і ХПК. До цієї групи входять важливі характеристики вмісту у

воді розчинних органічних речовин і мікроорганізмів, бактерій, що розкладають органіку до мінерального складу. Похідними показниками концентрації органічних речовин у воді є біохімічна потреба кисню за 5 і 20 діб; перманганатна і біохроматна окисність. Перші два показники, переважно, дають уявлення про вміст у воді органічних речовин тваринного походження, тому широко використовуються при оцінці господарсько-побутових стічних вод. Біохроматна окисність, або хімічна потреба кисню, характеризує всі органічні речовини, а перманганатна – в основному легкоокиснювальні речовини (близька до вмісту вуглецю).

Бактеріологічні показники визначалися через індекси ЛКП (бактерії групи кишкова паличка). Відомо багато тисяч видів бактерій. Вони розподіляються на два великі класи – сапрофітні (нешкідливі для людини, інколи навіть корисні) і патогенні (хвороботворні). Виділити патогенні бактерії з усієї маси мікроорганізмів складно, тому при оцінці якості води обмежуються мікробним числом (загальна чисельність бактерій в 1 см³ води) і колі індексом (кількість кишкових паличок у 1 дм³ води). Інколи замість колі індексу використовують колі титр (об'єм води в 1 см³), що припадає на одну кишкову паличку.

Вміст названих вище компонентів оцінювали шляхом порівняння їх з ГДК, а сумарний їх вміст – за допомогою індексного принципу. Він дає змогу приводити всі показники окремих забруднювачів до єдиної системи вимірювання і їхньої зіставності. При цьому було виконано відбір і узагальнення забруднювачів за табличною схемою, запропонованою фахівцями-медиками (див. легенду карти «Забрудненість поверхневих вод») [2]. Вона доопрацьована нами з урахуванням специфіки їхнього картографічного дослідження, оскільки була складність у визначенні індексу забрудненості за оцінювальними показниками (в межах однієї лімітуючої дії є кілька забруднювальних речовин). Тому була введена додаткова шкала оцінки – кратність перевищення нормативних величин, тобто порівнювався перший рядок таблиці, що містить нормативи чисті води, з рештою – його перевищеннями. Використано також додаткову шкалу оцінки – підвищену забрудненість як середньоарифметичне

Стойкість поверхневих вод до техногенного навантаження



значення між помірним і високим її значеннями. В межах лімітуючих показників шкідливості визначали для всіх забруднювачів середню кратність перевищення фактичного забруднення їх відповідних ГДК. Ці середні кратності сумували і в результаті одержали індекси забруднення. За одержаними індексами забрудненості оцінювали для водних об'єктів України якісну оцінку води за ступенем забрудненості: допустима (індекси від 0 до 5); помірна (5 – 12); підвищена (12 – 18); висока (18 – 25) і дуже висока (більше 25) [2]. Ці градації оцінки стосуються водойм I і II категорій водокористування. Якщо водойма слугує одночасно для господарсько-питного водокористування (I категорія) і культурно-побутового (II категорія), то її оцінюють на основі градацій показників (за винятком бактеріологічного) для I категорії. Вода з допустимим рівнем забрудненості (індекси від 0 до 5) мають екологічну оцінку якості води – чиста. Вона не чинить несприятливого впливу на людину і може використовуватися без обмеження. Вода з помірним забрудненням (індекси від 5 до 12) свідчать про помірний ступінь забрудненості і часткове порушення водокористування, при цьому існує ризик несприятливого впливу забрудненої води на стан здоров'я населення. Це умовно чиста вода. Решта градацій гігієнічної оцінки води характеризують її з екологічного погляду як забруднену (шкідливу для вживання). При забрудненні, що відповідає індексу від 12 до 18 (підвищена забрудненість), вода при водокористуванні потребує санітарного очищення. Вода з індексом забрудненості від 18 до 25 (висока забрудненість) указує на виражену забрудненість і повну непридатність водойм для всіх видів водокористування, бо викликає погіршення здоров'я населення. Для водойм з дуже високим забрудненням (індекси більше 25) також непридатні для водокористування і навіть нетривалий контакт з водою може викликати несприятливі наслідки для здоров'я населення.

Така екологічна оцінка води виконана нами в межах басейнів річок, а також на водомірних постах. Перша оцінка виконана на основі усереднених оцінних даних за водомірними постами. Спосіб зображення – картограма в межах басейнів річок.

У цілому для водомірних постів України переважають показники помірної забрудненості води, тобто умовно чиста вода. Екологічно чиста вода позначена на карті в Закарпатській, південній частині Вінницької, на південному сході Харківської і заході Одеської областей та південно-західній частині АР Крим. Підвищена забрудненість води на карті відмічена у Львівській, Одеській, Запорізькій, Дніпропетровській та Донецькій областях; висока забрудненість – у північній частині Донецької області, а дуже висока забрудненість – на значній частині Херсонської області. Малі річки на порядок забруднені більше, ніж великі річки. Це пов'язано не тільки з водністю рік, а також з тим, що великим річкам приділяється більше уваги щодо будівництва очисних споруд, ніж малим річкам та ін.

Важливий для еколого-географічного дослідження ще й інший показник якості води, що характеризує природний потенціал її стійкості. Маючи карти забрудненості і стійкості води, можна буде, деякою мірою, оцінити стан забрудненості на перспективу, а значить планувати різні водоохоронні та інші заходи.

Забруднення поверхневих вод значною мірою впливає на **якість підземних вод**, які активно використовуються для пиття та інших цілей. Внаслідок господарської діяльності якість підземних вод постійно погіршується. Це пов'язано з існуванням на території України близько 3000 фільтруючих накопичувачів стічних вод, а також з широким використанням мінеральних добрив та пестицидів. Як свідчить карта, найбільш незадовільний якісний стан підземних вод на півдні України, а саме: в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій областях та АР Крим. На карті виділяються осередки забруднення підземних вод пестицидами та нітратами. Пестицидне забруднення вище нормативних величин спостерігається у Вінницькій, Житомирській, Луганській, Миколаївській областях та АР Крим. Особливо велике таке забруднення характерне для Одеської області. Нітратне забруднення більше ГДК відмічається практично по всій території України, за винятком її західних областей.

Як свідчить порівняльний аналіз розглянутих карт, високе забруднення поверхневих і підземних вод збігаються. Це може викликати велику екологічну небезпеку для населення даних

регіонів, якщо не вжити певних природоохоронних заходів.

Отже, картографування якості природних вод дало можливість нам виявити деякі її територіальні закономірності, які можуть мати певне значення при плануванні заходів з поліпшення якості стану природних вод. В основі цього аналізу лежить оцінка якості води за показниками ІЗА. Вона допомагає проводити порівняльну оцінку якості води різних водних об'єктів між собою (незалежно від наявності різних забруднювальних речовин), виявити тенденцію якості води за роками, спростити і значно поліпшити форму подання інформації, зокрема у вигляді карт. ІЗВ не бажаний для проектних розрахунків, установлення граничнодопустимих викидів, накладання штрафних санкцій та інших випадків, коли використовуються для розрахунків концентрації за окремими речовинами.

Для регіонів високої і дуже високої забрудненості необхідно розробляти великомасштабні карти, за якими можуть плануватися заходи з охорони водних об'єктів конкретних регіонів. Такі регіони потребують, у першу чергу, санітарно-гігієнічних і економічних заходів щодо зменшення забрудненості води. Розробка великомасштабних карт потребує детального вивчення рік: у межах території картографування кожна річка повинна мати як мінімум два пункти спостереження на достатній відстані один від одного. Це дає змогу простежити тенденції змін санітарно-гігієнічних характеристик природних вод.

Бібліографія

1. Барановський В.А. Екологічний атлас України. – К.: Географія, 2000. – 42 с.
2. Барановський В.А., Бардов В.Г., Омельчук С.Т. Україна. Екологічні проблеми природних вод. Масштаб 1 : 2 000 000. – К.: КВКФ, 2000.
3. Барановський В.А. Екологічна географія й екологічна картографія. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
4. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Родилер І.Д. К вопросу оценочного картографирования в гидрохимии // Гидрохимические материалы. – Т. ХСV. – Содержание химических веществ в природных водах и вопросы выноса их реками. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 118 – 133.
5. Методические указания по рассмотрению проектов предельнодопустимых сбросов веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами. – М.: МЗ СССР, 1983. – 15 с.
6. Україна. Екологічна оцінка якості поверхневих вод, масштаб 1 : 1000 000 / Редколегія: В.Я. Шевчук, Л. Г. Руденко, Л.Х. Бакаржів та ін. – К.: ВКФ, 1996.