

Scientific and technical journal «Technogenic and Ecological Safety»

RESEARCH ARTICLE
OPEN ACCESS

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГОЛОВНОГО ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ

Р. В. Пономаренко¹, Л. Д. Пляцук², О. В. Третьяков³, А. П. Ковальов¹¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна²Сумський державний університет, Суми, Україна³Харківська державна академія фізичної культури, Харків, Україна

УДК 504.453

DOI: 10.5281/zenodo.3559035

Отримано: 16 вересня 2019

Прийнято: 28 жовтня 2019

Cite as: Ponomarenko R., Plyatsuk L., Tretyakov O., Kovalev P. (2019). Determination of the ecological state of the main source of water supply of Ukraine. Technogenic and ecological safety, 6(2/2019), 69–77. doi: 10.5281/zenodo.3559035

Анотація

В статті проведено аналіз змін екологічного стану води басейну Дніпра та визначено можливі причини цього явища, а також можливі шляхи покращення його екологічного стану. Зміну екологічного стану води поверхневого джерела визначали шляхом проведення ретроспективного аналізу даних моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України Державного агентства водних ресурсів України за період 2009-2018 рр., з урахуванням зміни вмісту нормованих показників: сумарного вмісту аніонів; розчиненого кисню у воді; БСК₅; фосфатів, нітригів, нітратів, а також амонію. Ретроспективний аналіз було проведено за даними контролю забору води в межах Басейнового управління водними ресурсами Дніпра за даними 14 постів забору, з урахуванням вимог Державного стандарту України 4808:2007. В результаті проведеного аналізу, з використанням інтерпретованого методологічного підходу, було встановлено, що подальша зміна екологічного стану поверхневих вод басейну Дніпра у напрямку його покращення не може відбутися без розробки та впровадження надійної та ефективної моделі прогнозування її екологічного стану, а вирішення проблемного питання, щодо його екологічного оздоровлення повинно вийти на новий рівень відповідно до докорінних змін у природокористуванні та стратегії розвитку економіки країни та лише шляхом розробки національної програми відновлення його екологічного стану. Оригінальність досліджень базується на інтегрованому підході, який включає проведення ретроспективного аналізу за усіма наявними даними в базі Державного агентства водних ресурсів України, який враховує принципи збереження біорізноманіття, сталого використання водних ресурсів, управління та басейни річок, моніторинг та оцінку інформації про їх стан. В подальшому результати дослідження можуть бути використані при розробці та впровадженні надійної та ефективної моделі прогнозування екологічного стану поверхневих вод басейну Дніпра.

Ключові слова: басейн Дніпра, екологічний стан, антропогенне навантаження, оцінка якості, екологічне оздоровлення.

1. Постановка проблеми.

Однією з найбільш чутливих сфер для кожної людини є екологія. Вона безпосередньо впливає на наше здоров'я та якість життя.

Глобальний екологічний стан погіршується, тому багато зусиль світової спільноти спрямовано на збереження та покращення екологічної ситуації. Зокрема, значна увага приділяється моніторингу стану довкілля. Оскільки за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 80% усіх захворювань людини зумовлені поганою якістю питної води, особливе занепокоєння викликає результат діяльності людини, що призводить до погіршення якості води і режиму річкового стоку.

В Україні майже 80% населення забезпечені питною водою з поверхневих джерел, зокрема, майже 75% – із Дніпра. Дніпро – третя за розміром річка Європи (після Волги і Дунаю). Дніпро є транскордонним водотоком: 20% басейну річки розташовано на території Російської Федерації, 23% – Республіки Білорусь та 57% – України. Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні ресурси становлять понад 60% усіх водних ресурсів країни. Загальна площа басейну Дніпра – 504 тис. км², з них 286 тис. км² знаходиться у межах України у її найбільш розвиненій в економічному відношенні частині. Водами Дніпра живляться 80%

площ земель України через зрошувальні і обводнювальні системи [1].

Проблема оцінки якості води на сучасному етапі має важливе і першочергове значення та займає центральне місце у водоохоронній діяльності. Оскільки оцінка забруднення поверхневих вод дає можливість мати уявлення про характер та ступінь їх забрудненості, системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дає змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основними проблемами поверхневих вод басейну Дніпра на сьогоднішній день є:

- велика засміченість берегів;
- забудова прибережних захисних смуг;
- погіршення стану гідротехнічних споруд, яке загрожує аваріями та забрудненням водою;
- надмірне заростання акваторії водною рослинністю;
- відведення дощової каналізації практично без очищення;
- скид неочищених комунально-побутових стоків від помешкань, які не підключені до централізованої каналізації;
- послаблення державного контролю щодо правопорушень у сфері довкілля;

– неефективна система моніторингу водних об'єктів;

– недосконалість наявної системи державного управління у сфері використання, охорони і відновлення водних ресурсів, відсутність чіткого розмежування функцій;

– не застосування в повній мірі вітчизняних наукових іновачій у сфері біохімії. [2].

Тому на сьогоднішній день існує гостра необхідність визначити причини погіршення екологічного стану основної водної артерії нашої держави та можливі шляхи вирішення проблеми оздоровлення водних систем басейну Дніпра.

Проведення аналізу зміни екологічного стану водних об'єктів здійснюється на основі проведення порівняльного аналізу за їх гідрофізичними, гідрохімічними, гідробіологічними, бактеріологічними, токсикологічними та іншими показниками, які відображають особливості абіотичної та біотичної складових водних екосистем. Нормовані показники [3], які найчастіше використовують для визначення якості поверхневих вод, поділяють на такі:

1) кисневий – охоплює розчинений у воді кисень, біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК);

2) токсикологічний – об'єднує амонійний азот, нітрити та важкі метали;

3) санітарно-токсикологічний – визначає вміст нітратів, важких металів та мінералізацію зі всіма її складниками;

4) рибогосподарський – об'єднує нафтопродукти, феноли й отрутохімікати.

Поряд з нормами, за якими оцінюють стан якості поверхневих вод, розроблено метод комплексної оцінки вод за сукупністю показників [4].

Питання вивчення оцінки якості води розглянуто у [4], де пропонується визначити індекс якості води за сукупністю основних показників залежно від видів її водокористування. У роботі [5] розроблена концепція екологічної класифікації якості поверхневих вод. Розроблена методика комплексної оцінки стану річкових басейнів із водогосподарських позицій, а також за допомогою графічного методу на основі складання модель-карти та виведення екологічного коефіцієнта якості води [6,7]. Результати досліджень, які стосуються індексу забрудненості води, а також оцінки забрудненості вод річок басейну Дніпра висвітлено в працях [7,8,9].

Кожен із підходів дає змогу отримувати важливу інформацію, але не запропоновано спільного алгоритму їх застосування, що, як результат, не дає достовірної картини забрудненості поверхневих вод, особливо в розрізі їх екологічного стану. Більшість з існуючих методів оцінки надзвичайно громіздкі, потребують даних вмісту у воді таких компонентів, які нечасто визначаються контролюючими органами, або ж неодноразово використовують складний математичний апарат.

Враховуючи вищеперераховане є доцільним провести аналіз зміни екологічного стану поверхневих вод басейну річки Дніпро з

використанням інтерпретованого методологічного підходу з врахуванням рекомендацій в існуючих методах та з врахуванням наявних даних по постах забору проб, шляхом проведення їх ретроспективного аналізу.

3. Постановка завдання та його вирішення.

Метою статті є проведення аналізу зміни екологічного стану води басейну річки Дніпро, встановлення можливих причин цього явища та можливих шляхів покращення його екологічного стану. Для досягнення мети необхідне вирішення таких завдань:

- розглянути основні характеристики басейну Дніпра, що визначають його екологічний стан;

- провести ретроспективний аналіз якості води річки Дніпро за даними моніторингу водних ресурсів України за останні 10 років;

- встановити можливі причини зміни якості води поверхневого джерела;

- запропонувати основні заходи щодо покращення якісного стану води річки Дніпро.

На сьогоднішній день оцінка якісних змін водних ресурсів виконується шляхом порівняння хімічного складу води на постах заборів проб вище і нижче за течією. Достовірність отриманих результатів має проводитись з врахуванням похибки визначення і осереднення концентрацій речовин, через доцільність врахування умови посезонної повторюваності формування хімічного складу води в річному циклі кожного року [10]. У зв'язку з цим порівняльний аналіз було проведено за середньорічними показниками.

Протягом останніх десятиліть серйозних змін зазнали кількісні характеристики кругообігу азоту та його сполук, що потрапляють у поверхневі джерела водопостачання з побутовими та промисловими стоками, відходами тваринницьких комплексів та ферм, мінеральними добривами. При цьому слід зазначити, що основними джерелами надходження нітратів в навколишнє середовище є азотні мінеральні добрива. Джерелом азоту в природних водах є розкладені білкові залишки. Внаслідок процесів самоочищення складні органічні сполуки мінералізуються, при цьому змінюється такий показник, як біологічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, розчинений кисень та ін. [11]. Враховуючи викладене вище, можна зробити висновок, що одними з основними показниками забруднення водойм є біологічне споживання кисню, розчинений кисень нітриту, нітрати, солі амонію.

Оцінка якості поверхневих вод необхідна у випадках, коли необхідно простежити тенденцію просторово-часової зміни стану вод під впливом природних і антропогенних процесів. Оцінку якості води в [12, 13] пропонується проводити з врахуванням показників: БСК₅ і O₂, як обов'язкових, а інших за найбільшими відношеннями до ГДК зі списку: SO₄²⁻, Cl⁻, ХСК, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Fe загальний, Mn²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cr⁶⁺, Ni²⁺, Al³⁺, Pb²⁺, Hg²⁺, As³⁺, НП, СПАР. Виходячи з наявних даних [14], в статті визначення зміни якості води Дніпра

проводили з врахуванням зміни вмісту нормованих показників: суми аніонів (NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^-), з перерахунком в молярну масу з метою нівелювання різниці між масою різного атомарного складу аніонів; розчиненого кисню у воді; біохімічного споживання кисню (БСК_5); фосфатів PO_4^{3-} нітритів, нітратів, а також амонію NH_4^+ .

Оцінку зміни складу води поверхневого джерела проводили шляхом ретроспективного аналізу даних моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України Державного агентства водних ресурсів України [14] за період з січня 2009 року по січень 2018 року.

Ретроспективний аналіз якісного стану води було проведено за даними проб контрольного забору води р. Дніпро в межах Басейнового управління водними ресурсами по 14 постах (рис. 1): пост 1: р. Сож, 32 км, с. Ст. Яриловичі, Ріпкинського р-ну (кордон з Білоруссю); пост 2: р. Дніпро, 1116 км, с. Кам'янка, нижче села, Ріпкинського р-ну (кордон з Білоруссю)); пост 3: р. Уж, 15 км, с. Черевач, питний в/з м. Чорнобиль; пост 4: р. Дніпро, 897 км, м. Вишгород, н/б Київської ГЕС, питний в/з м. Київ; пост 5: р. Дніпро, 833 км, м. Українка, нижче міста, вище в/з водоводу Біла Церква-Умань; пост 6: р. Дніпро, 678 км, с. Сокірне, питний в/з м. Черкаси; пост 7: р. Дніпро, 580 км, с. Власівка, лівий берег, питний в/з м. Кременчук; пост 8: р. Дніпро, 462 км, смт. Аули, питний в/з м. Дніпро та м. Кам'янське); пост 9: р. Дніпро, 404 км, м. Дніпро, ВП «ДТЕС» ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго», питний в/з; пост 10: р. Дніпро, 312 км, м. Запоріжжя, ГНС Запорізької ЗС; пост 11: р. Дніпро, 253 км, м. Енергодар, вплив Запорізької АЕС; пост 12: р. Дніпро, 160 км, смт. Велика Лепетиха, Рубанівська ЗС; пост 13: р. Дніпро, 65 км, с. Іванівка, Білозерського району, у р-ні питного в/з Миколаївського водоканалу; пост 14: р. Дніпро, 0 км, с. Кізомис (рукав Рвач).

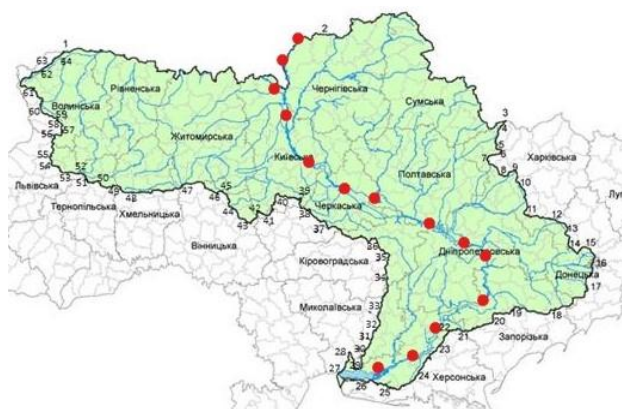


Рисунок 1 – Схематичне розміщення 14 постів контрольного забору води, за даними яких проводилось дослідження.

Аналіз зміни якісного стану води у р. Дніпро проводили з врахуванням вимог ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» [15].

Із 17 основних приток Дніпра 15 впадає у річку у межах України (рис. 2). Найбільшими серед них є річки Прип'ять і Десна, що несуть до Дніпра основну масу води. Притоки Дніпра протікають по території найважливіших промислових центрів і населених пунктів України, створюючи широко розгалужену складну річкову систему, яка має важливе економічне, соціальне й екологічне значення. Дніпро, що зазнав значних змін внаслідок будівництва каскаду водосховищ, більш не є річковою екосистемою, здатною до саморегуляції. Результати проведеного аналізу, щодо визначення різниці сумарного вмісту аніонів між постами заборів води басейну Дніпра наведені у таблиці 1.

При проведенні ретроспективного аналізу сумарного вмісту аніонів в воді Середнього Дніпра необхідно враховувати факт можливого впливу на вихідну воду басейну вод річок Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Десна, Трубіж, Рось, Супій, Сула, Тясмин, Ворскла та Псел, а також їх приток (рисунок 2).

Виходячи з отриманих даних (таблиця 1) можна стверджувати про постійне збільшення сумарного вмісту аніонів з поста забору 3 та далі вниз за течією до самого гирла Дніпра.

З наведених у таблиці 1 і рисунку 3 даних чітко спостерігається зростання загального вмісту аніонів вздовж всієї течії р. Дніпро. І, незважаючи на те, що на трьох ділянках (між постами 3–4–5, 10–11) забезпечується не значне самоочищення, все ж після них знов спостерігається суттєве збільшення забруднення.

Іон NH_4^+ нестійкий, він швидко окислюється до нітритів і нітратів. Підвищений вміст амонію свідчить, про анаеробні умови формування хімічного складу води, і про її незадовільну якість.

При проведенні аналізу була виявлена тенденція до зменшення вмісту фосфатів (2017 рік) від поста 1 до 14 поста у воді басейну Дніпра. Але при цьому відмічається локальне їх збільшення особливо між 5–6 постами, а також 7–8, що може бути обумовлено впливом на них приток, а також між 12–13 постами. Значне зменшення вмісту фосфатів відмічається між 6–7 постами, а також 11–12.

І, незважаючи на те, що на п'яти ділянках (між постами 2–3, 5–7, 11–12, 13–14) забезпечується часткове самоочищення, все ж між іншими постами спостерігається суттєве збільшення забруднення.

Вмісту амонію (2017 рік) змінюється дещо відмінно від вмісту фосфат-іонів. З наведених у таблиці 3 і рисунку 5 даних спостерігається зміна вмісту амонію NH_4^+ вздовж всієї течії р. Дніпро. Так на ділянках між постами 2–3, 5–7, 10–13 забезпечується часткове самоочищення, все ж між п'яти іншими постами спостерігається суттєве збільшення забруднення.

Аналіз зміни значень відношення БСК_5 до концентрації розчиненого в воді кисню (табл. 4, рис. 6), показали що лише на 4 постах забору проб води спостерігається тенденція до покращення кисневого режиму води, на решті 10 постах його постійне погіршення, що вказує на втрату спроможності вод басейну Дніпра до самоочищення.

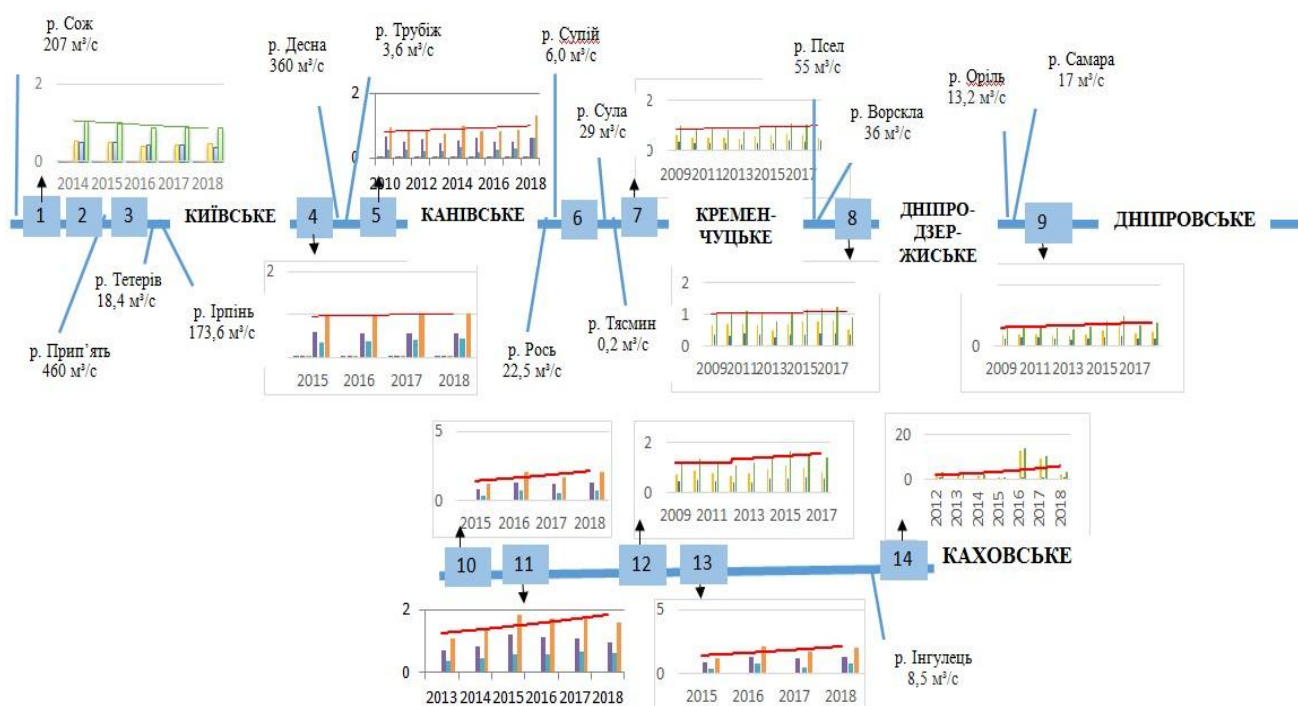


Рисунок 2 – Схема формування водотоку басейну Дніпра, з позначенням основних 15 приток та відображення їх витрат води, а також графічним відображенням змін сумарного вмісту аніонів.

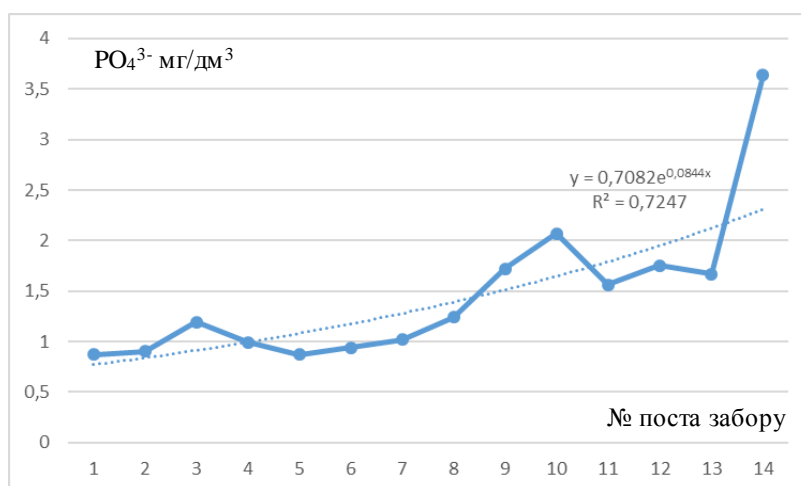


Рисунок 3 – Загальний вміст аніонів по постах заборів води басейну Дніпра за 2017 рік.

Таблиця 1 – Різниці загального вмісту аніонів між постами заборів води басейну Дніпра

Рік	$\Delta \sum$ аніонів, ммоль/дм ³										
	П2– П1	П4– П3	П5– П4	П6– П5	П7– П6	П8– П7	П10– П9	П11– П10	П12– П11	П13– П12	П14– П13
2009	-0,04	–	–	–	0,11	0,04	–	–	–	–	–
2010	0,18	–	–	-0,08	-0,07	0,22	–	–	–	–	–
2011	-0,04	–	–	0,14	-0,08	0,23	–	–	–	-0,08	0,62
2012	-0,09	–	–	0	0	0,2	–	–	–	-0,16	0,80
2013	-0,06	–	–	0,09	-0,07	0,02	–	–	0,01	0,06	-0,10
2014	0,02	–	–	-0,1	0,04	0,13	–	–	-0,12	-0,35	12,99
2015	0,11	0,05	-0,11	0,16	-0,07	0,21	0,07	-0,27	-0,35	-0,02	8,75
2016	0,01	0,08	-0,15	0,07	0,19	0,12	-0,67	-0,03	-0,03	0,14	1,41
2017	0,03	-0,2	-0,12	0,07	0,08	0,22	0,35	-0,32	-0,19	0,11	2,08
2018	0,01	-0,05	0,29	-0,45	0,09	-0,04	-0,36	0,06	-0,19	0,06	3,96

Таблиця 2 – Різниці вмісту фосфатів іонів PO_4^{3-} між постами заборів води басейну Дніпра

Рік	ΔPO_4^{3-} мг/дм ³										
	П2–П1	П4–П3	П5–П4	П6–П5	П7–П6	П8–П7	П10–П9	П11–П10	П12–П11	П13–П12	П14–П13
2009	-0,18	–	–	–	-0,07	-0,12	–	–	–	–	–
2010	-0,06	–	–	0,22	-0,23	0,17	–	–	–	–	–
2011	0,01	–	–	0,19	-0,15	0	–	–	–	–	–
2012	-0,03	–	–	0,11	-0,24	0,32	–	–	–	0,03	0
2013	0,01	–	–	0,09	-0,09	0,23	–	–	-0,12	0,05	0
2014	0,02	–	–	0,04	-0,19	0,03	-0,07	0,02	-0,05	0,08	-0,01
2015	-0,03	-0,04	0,15	0	-0,18	0,13	-0,07	0,06	-0,04	-0,04	0,02
2016	-0,01	0,1	0,04	0,32	-0,33	0,1	-0,12	0,07	0	0,04	-0,01
2017	0,03	0,07	0,04	0,21	-0,28	0,14	0,01	0,01	-0,14	0,15	-0,05
2018	-0,04	0,18	0,07	0,1	-0,23	0,07	0,15	-0,06	-0,14	0,1	-0,02

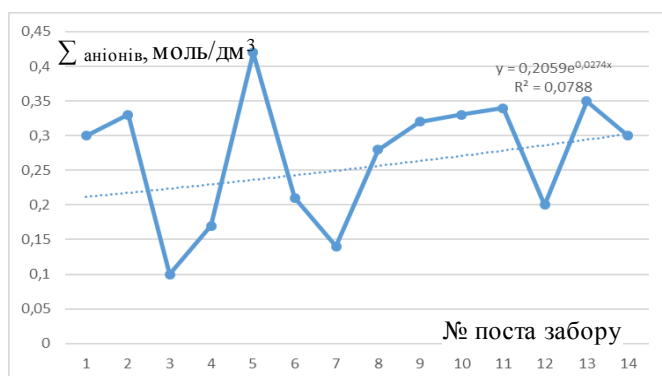


Рисунок 4 – Загальний вміст фосфатів іонів PO_4^{3-} по постах заборів води басейну Дніпра за 2017 рік.

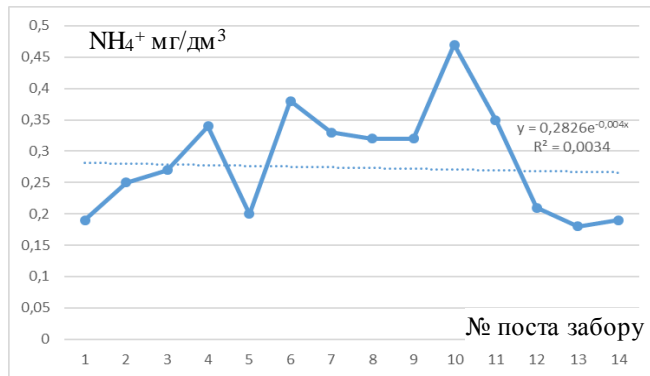


Рисунок 5 – Загальний вміст амонію NH_4^+ по постах заборів води басейну Дніпра за 2017 рік.

Таблиця 3 – Різниці вмісту амонію NH_4^+ між постами заборів води басейну Дніпра

Рік	ΔNH_4^+ мг/дм ³										
	П2–П1	П4–П3	П5–П4	П6–П5	П7–П6	П8–П7	П10–П9	П11–П10	П12–П11	П13–П12	П14–П13
2009	-0,16	–	–	–	-0,07	-0,15	–	–	–	–	–
2010	-0,06	–	–	0,18	-0,11	0	–	–	–	–	–
2011	-0,14	–	–	0,27	-0,42	-0,11	–	–	–	–	–
2012	-0,15	–	–	0,19	-0,17	-0,1	–	–	–	-0,05	-0,06
2013	-0,02	–	–	0,18	-0,25	-0,12	–	–	-0,13	-0,01	0,04
2014	-0,09	–	–	0	-0,09	-0,06	-0,03	-0,08	-0,01	-0,05	0
2015	0,04	-0,1	0	0,08	0,05	-0,1	0,13	-0,17	-0,09	-0,05	-0,01
2016	0,03	0,03	-0,09	0,14	-0,06	0,04	0,09	-0,1	-0,14	0	0,01
2017	0,06	0,07	-0,14	0,18	-0,05	-0,01	0,15	-0,12	-0,14	-0,03	0,01
2018	-0,04	-0,08	-0,05	0,19	-0,23	0,05	0,29	-0,19	-0,15	-0,17	0,02

Таблиця 4 – Різниці вмісту за відношенням БСК₅ до концентрації розчиненого кисню між постами заборів води басейну Дніпра

Рік	$\Delta BCK_5/CO_2$ мг/дм ³										
	П2–П1	П4–П3	П5–П4	П6–П5	П7–П6	П8–П7	П10–П9	П11–П10	П12–П11	П13–П12	П14–П13
2009	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2010	-0,01	0,37	-0,39	0,2	0,09	-0,18	–	–	–	–	–
2011	-0,04	0,3	-0,41	0,07	0,09	-0,12	–	–	–	–	–
2012	-0,03	0,08	-0,11	0,11	0,02	-0,08	–	–	–	-0,03	0,03
2013	0,02	0,07	0,12	-0,16	0,02	-0,07	0,05	0,02	-0,18	0,01	-0,01
2014	0	0	-0,06	-0,09	0,15	-0,17	0,03	0,03	-0,19	-0,04	0,04
2015	0	0,04	-0,05	-0,17	0,28	-0,33	0,15	0,00	-0,15	-0,08	0,08
2016	0,01	0,11	-0,21	-0,07	0,17	-0,18	0,05	0,05	-0,19	-0,05	0,05
2017	0,02	0,53	-0,52	-0,03	0,19	-0,25	0,08	0,01	-0,23	-0,03	0,03
2018	-0,01	0,41	-0,43	-0,02	0,16	-0,13	0,08	0,11	-0,24	-0,08	0,08

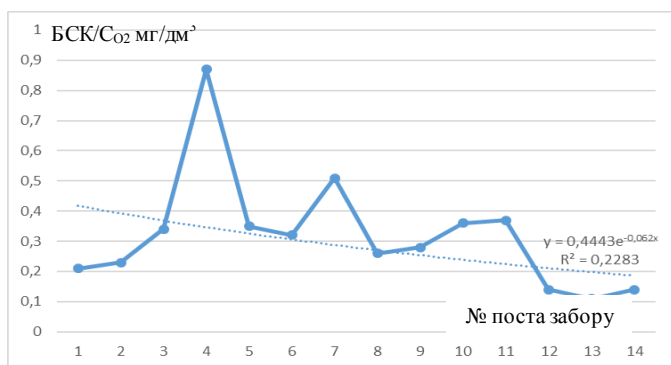


Рисунок 6 – Загальний вміст за відношенням БСК₅ до концентрації розчиненого кисню по постах заборів води басейну Дніпра за 2017 рік.

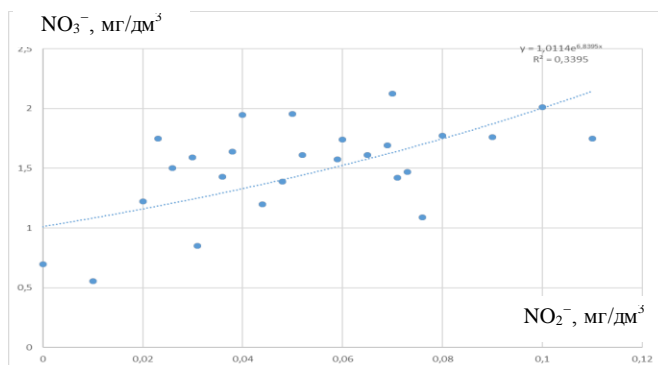


Рисунок 7. Кореляційна залежність між середньорічними концентраціями нітриту та нітрату іонів в воді Дніпра за період 2009–2018 рр.

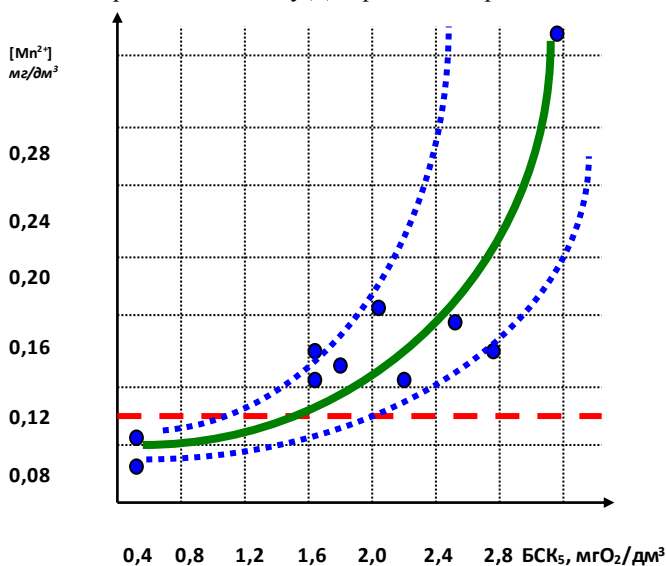


Рисунок 8 – Залежність концентрації іону мангану у воді водосховища від БСК₅

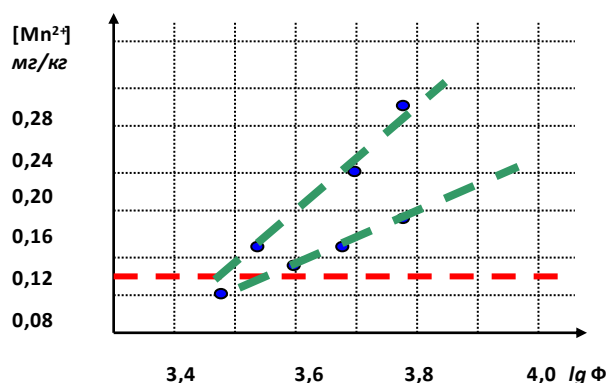


Рисунок 9 – Залежність концентрації іону мангану у воді водосховища від вмісту фітопланктону

Вміст нітратів, нітритів є важливим показником хімічного складу природної води, що використовується при проведенні екологічної оцінки та нормуванні якості природних вод. Крім оцінки якості води, інформація про вміст у водоймах різних форм нітрогену потрібна при вирішенні питань про баланс біогенних елементів, взаємозв'язок між процесами життєдіяльності водних організмів і хімічним складом води.

Треба приймати також до уваги той факт, що бурхливий розвиток біопланктону синьо-зелених водоростей провокує цвітіння води на мілководді водосховищ Дніпра, які складають понад 30% їх території. В умовах пересичення Дніпровської води органічними і біогенними речовинами посилюються процеси відмирання, гниття, розкладу водоростей і біопланктону, що обумовлює погіршення кисневого режиму, зниження рН води у придонному шарі і, як наслідок, підвищується концентрація іону мангану у вигляді Mn^{2+} . Концентрація мангану в період липень – серпень збільшується порівняно з зимовим періодом у 3–10 разів і складає близько 1,9...7,0 мг/дм³. Для з'ясування наявності цієї тенденції було проведено аналіз результатів оперативного хімічного контролю якості води за вмістом іонів мангану (рис. 8, 9). [16]

Регресійне рівняння виявленої залежності: $y = 0,0054x^2 - 0,0277x + 0,1427$, достовірність апроксимації – $R^2 = 0,998$.

Виявлені залежності вказують на те, що збільшення мангану в воді водосховищ спостерігається при збільшенні БСК₅, яке, в свою чергу, корелює з вмістом фітопланктону в умовах водосховища.

Регресійне рівняння виявленої залежності: $y = 0,003x^2 - 0,0027x + 0,1129$, достовірність апроксимації – $R^2 = 0,7803$.

Перш за все слід зазначити, що іон мангану Mn^{2+} належать до складу досить сильних відновників. Реакція $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- = Mn^{2+} + 2H_2O$ характеризується значенням Red-Ox потенціалу $E_0 = 1,23$ В. Але в умовах літнього періоду, коли концентрація кисню у воді поверхневих джерел значно зменшується, його, як природного окислювача у воді не вистачає для того, щоб перевести добре розчинний у воді іон мангану Mn^{2+} до важко розчинної сполуки MnO_2 . Про це також свідчить встановлена залежність концентрації іонів мангану від концентрації розчиненого у воді кисню (рис. 10).

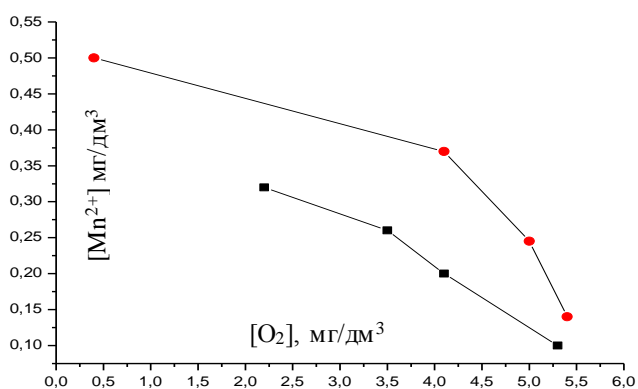


Рисунок 10 – Залежність концентрації іону мангану від концентрації розчиненого кисню у воді водосховища

Таким чином, результати проведених досліджень дозволяють стверджувати про суттєве погіршення екологічного стану Дніпра, що вже сьогодні внаслідок антропогенного впливу, приводить до погіршення якості води і режиму його річкового стоку. Використання запропонованого інтерпретованого методологічного підходу щодо визначення оцінки забруднення вод басейну Дніпра дає можливість стверджувати про характер та ступінь його забрудненості, при цьому в подальшому потребує більш детальнішого вивчення впливу 15 приток Дніпра, які впадаючи у річку у межах України, на зміну його екологічного стану.

Причинами постійного збільшення сумарного вмісту аніонів в водах Дніпра можуть бути комунально-побутові стоки, а також стоки підприємств, особливо на фоні не спроможності, за рахунок зарегульованості побудовою каскаду водосховищ Дніпра, до його самоочищення. Винятком виявилась частина акваторії між 5 та 4 постом, можливою причиною чого може бути розбавлення води Дніпра водами річок Десна та Трубіж, сумарні витрати води яких складають більше 400 м³/с. Однак варто відмітити, що в акваторії між 10 по 12 постами забору відмічається процес самоочищення, це може пояснюватись тим фактом, що на проміжку між цими постами не має жодної притоки (рис. 2). Цей факт може бути підтвердженням щодо здатності Дніпра до самоочищення, а основним джерелом забруднень можуть бути його притоки.

Виявлену тенденцію до зміни вмісту фосфат іонів та амонію, в бік їх збільшення можна пояснити тим, що разом з інтенсифікацією біопродукційних процесів у водоймах та внесенням азотних і фосфорних добрив у воді може зростати концентрація амонійних і фосфатних іонів. Вплив фосфат іонів та амонію на якісний екологічний стан поверхневого джерела пояснюється їх можливістю виступати хімічними катализаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод, який характеризується різким збільшенням біомаси водоростей, вищої водної рослинності, фітопланктону за рахунок надходження поживних біогенних речовин антропогенного генезису. В результаті біохімічного розкладу цієї біомаси у воді

річок та водосховищ може виникати, особливо в літній період, дефіцит кисню, що супроводжується заморними явищами і являє собою значну загрозу для життєдіяльності багатьох гідробіонтів. Крім того, в результаті розкладу рослинних організмів у воду надходять токсичні речовини, небезпечні як для тварин, так і для людини (анатоксини, афатотоксини, мікроцистини, метаболіти та біологічно активні речовини – сірководень, метан, аміак, фітогормони й ензими) [17].

Додатковою причиною збільшення вмісту фосфатів може бути надходження у води Дніпра неочищених та не достатньо очищених стічних вод від комунальних, промислових та сільськогосподарських підприємств на фоні постійного зростання використання населенням різноманітних миючих засобів та іншої побутової хімії, а також підтверджує факт недостатньої ефективності очисних споруд більшості малих населених пунктів, в тому числі дачних поселень, площі під забудову яких вздовж узбережжя річок збільшуються з кожним роком без дотримання водозахисних зон. Особливе занепокоєння викликає збільшення вмісту фосфатів (як і амонію) між постами забору 5 та 6, враховуючи модну тенденцію та престижність забудов приватного сектора на березі Канівського водосховища та враховуючи основні джерела їх надходження в воду поверхневого джерела причини цього збільшення мають логічне пояснення та дають змогу стверджувати про прогнозне збільшення їх вмісту і надалі.

Додатковими джерелами надходження іонів амонію у водні об'єкти можуть бути тваринницькі ферми, господарсько-побутові стічні води, а також стічні води підприємств харчової, коксохімічної, лісохімічної і хімічної промисловості.

Концентрація розчиненого у воді кисню напряму залежить від ступеня забрудненості поверхневих вод. Від вмісту розчиненого у воді кисню залежить життя водяних організмів, що використовують кисень для дихання, інтенсивність процесів окиснення та розкладання органічних решток, самоочищення водойм [18].

Підвищений рівень БСК₅ вказує на недостатню кількість розчиненого кисню, який витрачається на аеробне біохімічне окиснення нестійких органічних сполук до CO₂, H₂O, NH₃⁻. Додатково БСК₅ також характеризує сумарний вміст у воді органічних речовин та стан забруднення водних об'єктів, основними індикаторами якого є вміст органічних речовин та амонійних сполук, від яких у значній мірі залежать умови для забезпечення необхідного рівня вмісту кисню у річках.

Джерелом підвищеного вмісту нітратів в воді поверхневого джерела можуть бути поверхневі води за рахунок внутрішньоводоймових процесів нітрифікації амонійних іонів під дією нітрифікуючи бактерій, з атмосферними опадами, скидами промислових і побутових стічних вод, стоком з сільськогосподарських угідь, в яких містяться азотні добрива. Пониження концентрацій нітратів пов'язане зі споживанням їх фітопланктоном і

денітрифікуючими бактеріями (водними рослинами). Відомий факт, що сьогодні внаслідок широкого застосування мінеральних добрив у багатьох районах світу відбуваються випадки забруднення поверхневих вод нітратами. Небезпека вживання води з підвищеним вмістом NO_3^- полягає в тому, що нітрати, попадаючи з водою в організм людини, відновлюються мікрофлорою травного тракту і тканинними ферментами до нітритів, токсичність яких у 10...20 разів вище, ніж у NO_3^- , і реагують з амінокислотами, утворюючи канцерогенні сполуки нітритоаміни.

Нітрити NO_2^- є проміжною формою у ланцюзі бактеріальних процесів окислення амонію до нітратів (нітрифікація – в аеробних умовах) і, навпаки, відновлення нітратів до азоту та аміаку (денітрифікація – при нестачі кисню). Нітрати надходять у поверхневі води при застосуванні нітритів в якості інгібіторів корозії у водопідготовці технологічної води, зі скидами стічних вод харчової промисловості, стоком з сільськогосподарських угідь. Підвищення концентрацій нітритів вказує на посилення процесів розкладу органічних речовин в умовах більш повільного окиснення. Підвищена концентрація нітритів свідчить про інтенсивність розкладу органічних речовин, і затримку окислення NO_2^- до NO_3^- , що чітко свідчить про забруднення водойми.

Додатковим підтвердженням погіршення екологічного стану вод басейну Дніпра стали виявленні в результаті проведених досліджень тенденції щодо підвищення концентрації іонів мангану у вигляді Mn^{2+} внаслідок бурхливого розвитку біопланктону синьо-зелених водоростей та цвітіння води внаслідок їх присутності.

4. Висновки.

Запропонований інтерпретований методологічний підхід до оцінки якості води поверхневого джерела дає змогу стверджувати, що водна екосистема річки Дніпро, як головної артерії України, знаходячись під постійним техногенним впливом, має тенденцію до постійного та стійкого погіршення її екологічного стану.

В подальшому є можливим використання запропонованого підходу для проведення аналізу зміни екологічного стану інших поверхневих джерел водопостачання.

Враховуючи результати проведеного аналізу, в подальшому зміна екологічного стану поверхневих вод басейну Дніпра в напрямку його покращення не може відбуватися без розробки та запровадження в дію надійної та ефективної моделі прогнозування його екологічного стану, а єдиним можливим шляхом вирішення проблеми погіршення екологічного стану Дніпра може бути створення дієвих важелів управління басейновою дирекцією.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: Підручник. – К.: Знання, 2005. – С. 128.
2. Савчук Д. Екологічні та економічні аспекти функціонування Дніпровських водосховищ / Д. Савчук // Екологічний вісник. – 2003. – № 5–6. – С. 24–26.
3. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. — К.: Либідь, 1995. — 368 с.
4. Боярин М.В. Інтегральний екологічний індекс екосистеми басейну річки Західний Буг / М.В. Боярин // Наук. вісн. ВДУ ім. Лесі Українки. – Ерія: Географ. науки, 2006. – № 2. – С. 171–175.
5. Гриб Й.В. О периодичности характеристик в экологической классификации качества поверхностных вод / Й.В. Гриб // Гидробиологический журн. – 2003. – № 3. – С. 38–43.
6. Чижевська Л.Т. Екологічні проблеми поверхневих вод Волинської області Т.4 / Л.Т. Чижевська. – К.–Луцьк: РВ ЛДТУ, 2002. – С. 164–166.
7. Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу / С.І. Кукурудза. – Л.: Світ, 2009. – С. 101–113.
8. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С.І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
9. Хільчевський В.К. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра Т.4 / В.К. Хільчевський, В.В. Маринич, В.М. Савицький. – К.–Луцьк: РВ ЛДТУ, 2002. – С. 167–169.
10. Осадчий В.І. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра / В.І.Осадчий, Н.М.Осадча, Н.М.Мостова. – К.: Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250 – с. 242–261.
11. Коваль В. В. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення нітратами в умовах Полтавської області / В. В. Коваль, В. О. Наталочка, С. К. Каченко [та ін.] // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – №2. – С. 32–36.
12. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / С. І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с. : іл.
13. Третьяков О. В., Безсонний В. Л., Пономаренко Р. В., Боролич П. Ю. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми. // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2019. – № 1(29). – с. 61–78.
14. Карта Моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України. Державне агентство водних ресурсів України. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
15. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : надано чинності наказом Держспоживстандарту України від 05.07.07 р. №144. Офіц. вид. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 39 с. : іл. + додатки. (Національний стандарт України).
16. Підвищення екологічної безпеки питного водопостачання регіону в умовах забруднення поверхневого джерела [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01 / Пономаренко Роман Володимирович ; Сум. держ. ун-т. – Суми, 2011. – 149 арк. : рис., табл.
17. Беспалова Л.Е. Водна токсикологія: навчальний посібник / Л.Е.Беспалова, В.В.Оліфіренко, А.В.Рачковський – Херсон: ВЦ «Колос», 2011. – 131 с.
18. Bezsonnyi V., Tret'yakov O., Khalmuradov B., Ponomarenko R. Examining the dynamics and modeling of oxygen regime of Chervonooskyl water reservoir (Дослідження динаміки та моделювання кисневого режиму Червонооскільського водосховища). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 5/10 (89). P. 32–38. <http://repositse.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5546>

Ponomarenko R., Plyatsuk L., Tretyakov O., Kovalev P.

DETERMINATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE MAIN SOURCE OF WATER SUPPLY OF UKRAINE

The article analyzes the changes in the ecological status of the water of the Dnieper basin and identifies the possible causes of this phenomenon, as well as possible ways to improve its ecological status. The change in the ecological status of surface water was determined by carrying out a retrospective analysis of the monitoring data and environmental assessment of the water resources of Ukraine by the State Water Resources Agency of Ukraine for the period 2009-2018, taking into account changes in the content of normalized indicators: the total content of anions; dissolved oxygen in water; BOS₅; phosphates, nitrites, nitrates, as well as ammonium. The retrospective analysis was conducted according to the data of the water abstraction control within the framework of the Dnieper Basin Water Resources Management, according to 14 fence posts, taking into account the requirements of the State Standard of Ukraine 4808: 2007. As a result of the analysis, using an interpreted methodological approach, it was found that the further change of the ecological status of the surface waters of the Dnieper basin in the direction of its improvement cannot occur without the development and implementation of a reliable and effective model for predicting its ecological status, and solving the problem of its ecological improvement should be taken to a new level in accordance with fundamental changes in the nature management and economic development strategy of the country and only through the development of national program of restoration of its ecological status. The originality of the research is based on an integrated approach, which includes a retrospective analysis of all available data in the State Agency for Water Resources of Ukraine, which takes into account the principles of biodiversity conservation, sustainable use of water resources, management and basins of rivers, monitoring and evaluation of information on their status. In the future, the results of the study can be used in the development and implementation of a reliable and effective model for predicting the ecological status of surface waters of the Dnieper basin.

Key words: Dnieper basin, ecological status, anthropogenic load, quality assessment, ecological improvement.

Пономаренко Р. В., Пляцук Л. Д., Третьяков О. В., Ковалев П. А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ УКРАИНЫ

В статье проведен анализ изменений экологического состояния воды бассейна Днепра и определены возможные причины этого явления, а также возможные пути улучшения его экологического состояния. Изменение экологического состояния воды поверхностного источника определяли путем проведения ретроспективного анализа данных мониторинга и экологической оценки водных ресурсов Украины Государственного агентства водных ресурсов Украины за период 2009-2018 гг., с учетом изменения содержания нормируемых показателей: суммарного содержания анионов, растворенного кислорода в воде, БПК₅, фосфатов, нитритов, нитратов, а также аммония. Ретроспективный анализ был проведен по данным контроля забора воды в пределах бассейнового управления водными ресурсами Днепра по данным 14 постов забора, с учетом требований Государственного стандарта Украины 4808: 2007. В результате проведенного анализа, с использованием интерпретируемого методологического подхода, было установлено, что дальнейшее изменение экологического состояния поверхностных вод бассейна Днепра в направлении его улучшения не может произойти без разработки и внедрения надежной и эффективной модели прогнозирования ее экологического состояния, а решение проблемного вопроса, по его экологического оздоровления должно выйти на новый уровень в соответствии с коренных изменений в природопользовании и стратегии развития экономики страны и только путем разработки национальной программы восстановления его экологического состояния. Оригинальность исследований базируется на интегрированном подходе, который включает проведение ретроспективного анализа по всем имеющимся данным в базе Государственного агентства водных ресурсов Украины, учитывающий принципы сохранения биоразнообразия, устойчивого использования водных ресурсов, управления и бассейны рек, мониторинг и оценку информации об их состоянии. В дальнейшем результаты исследования могут быть использованы при разработке и внедрении надежной и эффективной модели прогнозирования экологического состояния поверхностных вод бассейна Днепра.

Ключевые слова: бассейн Днепра, экологическое состояние, антропогенная нагрузка, оценка качества, экологическое оздоровление.