

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

«А А»

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

на тему:

**Екологічне оцінювання якості поверхневих вод
Кучурганського водосховища**

2020 - 2021

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 4 |
| 1. Мета дослідження, постановка задачі..... | 5 |
| 2. Аналіз попередніх досліджень..... | 5 |
| 3. Характеристика об'єкта дослідження | 6 |
| 4. Оцінювання відповідності показників якості води | 7 |
| нормативним вимогам | 7 |
| 5. Оцінювання якості води за відповідними категоріями | 8 |
| Висновки | 18 |
| Література | 19 |

АНОТАЦІЯ

В роботі під девізом «А А» викладено результати екологічного оцінювання якості поверхневих вод в басейні Кучурганського лиману за період 2010 -2017 рр, на основі співставлення основних гідрохімічних інгредієнтів з нормованими показниками поверхневих вод і екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Актуальність теми дослідження узгоджується з Водним кодексом України, Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Постановами Кабінету Міністрів України з питань регулювання та охорони водних ресурсів.

Використано результати екологічного моніторингу поверхневих вод, який ведеться Відокремленим підрозділом Басейнового управління річок Причорномор'я та нижнього Дунаю «Причорноморський центр екології вод та ґрунтів».

В роботі проведено розрахунки осереднених показників гідрохімічних інгредієнтів, встановлено їх максимальні значення в досліджуваному періоді, проведено співставлення основних гідрохімічних характеристик поверхневих вод Кучурганського лиману з гранично-допустимими концентраціями.

Визначено придатність поверхневих вод для рибогосподарського використання. Проаналізована хронологічна динаміка забрудненості води, визначені основні забруднюючі компоненти та їх концентрації.

Дослідженнями встановлено, що найбільш високі індекси якості отримано для показників трофо-сапробіологічного блоку. За осередненими та максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів індекси якості води змінювалися в межах 3,4...4,9 та 4,0...6,0 відповідно, тобто води характеризувалися як «добрі-посередні» за якістю та «задовільні-помірно забруднені» за ступенем чистоти.

**ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ,
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА, ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ.**

Вступ

Водні екосистеми Придністров'я в результаті підвищеної антропогенної діяльності зазнають значних змін [1]. Головні значення в розвитку деструктивних процесів відносяться скиди промислово-побутових стоків змиву з полів і сільськогосподарських підприємств тощо. Значний антропогенний вплив зазнають виключно усі водні ресурси Придністров'я і особливо Кучурганське водосховище – охолоджувач Молдавської ДРЕС [2].

Кучурганський лиман – це водойма нижнього Дністра, віддалена від моря більш ніж на 100 км. До зарегулювання і перетворення Кучурганського водосховища в 1964 році в водойму-охолоджувач Молдавської ДРЕС, водойма представляла собою збережений остаток колишнього Придністровського лиману. Після одамбування берегів, будівництва греблі і перетворення Кучурганського лиману в водосховище-охолоджувач Молдавської ДРЕС за типом водного живлення було віднесено до наливних водоймам з оборотним водопостачанням ДРЕС.

Проведені дослідження лиману встановлювали вплив теплової дії ДРЕС на гідрологічний і гідрохімічний режими. У зв'язку з цим впродовж 1964-1970 рр. Академією наук Молдавської ССР були проведені комплексні гідробіологічні дослідження Кучурганського лиману, його природній стан і в якості водойми-охолоджувача ДРЕС. Впродовж вищезазначеного періоду в дію додатково увійшли 2 енергоблока ДРЕС, підвищивши її потужність до 1200 тис. кВт. В результаті цього стала різко проявлятися тепла і гідродинамічна дія ДРЕС на лиман, головним чином на його нижню ділянку. Водообмін лиману з Турунчуком (рукав Дністра) був зарегульований і в нижній ділянці, де безпосередньо відбувалося охолодження ДРЕС, що склало умови, типові для водойм-охолоджувачів з оборотною системою водоохолодження.

Крім молдавських дослідників, становлення фізико-хімічного і гідробіологічного режимів Кучурганського лиману вивчалось фахівцями Одеської гідролого-меліоративної експедиції, результати лабораторних досліджень якої і були використані в студентській науковій роботі.

1. Мета дослідження, постановка задачі

Метою роботи є проведення екологічного оцінювання якості поверхневих вод в басейні Кучурганського водосховища за відповідними категоріями для різних видів водокористування. Для реалізації поставленої мети слід вирішити наступні задачі:

- 1) провести зіставлення середніх значень кожного гідрохімічного показника окремо з відповідними категоріями якості води;
- 2) зіставити найгірші значення кожного гідрохімічного показника з відповідними категоріями якості води;
- 3) визначити на основі проведеного порівняння для кожного гідрохімічного показника категорії якості води за середніми й найгіршими показниками якості води;
- 4) розрахувати середні показники індексів якості води: $I_{1сер}$ $I_{1мак}$ – сольовий блок, $I_{2сер}$, $I_{2мак}$ – блок трофо-сапробіологічних показників, $I_{3сер}$, $I_{3мак}$ – індекс показників специфічної дії;
- 5) узагальнити інформацію за визначеними значеннями індексів, класів і категорій якості води в межах відповідних блоків.

2. Аналіз попередніх досліджень

Провівши огляд наукової літератури за темою дослідження встановлено, що здебільшого дослідження гідрохімічного та гідробіологічного дослідження Кучурганського водосховища виконувалися вченими Республіки Молдова [1-7]. Впродовж 1964 – 1970 рр. були організовані комплексні гідробіологічні дослідження Кучурганського лиману, його природній стан, а також в якості водосховища-охолоджувача Молдавської ДРЕС. Було встановлено, що лиман до 1967 р. зовсім не піддавався тепловому впливу ДРЕС або знаходився в незначному його впливу, тим паче, що до цього часу водообмін Кучурганського лиману з протокою Дністра Турунчуком був природнім.

Крім того, вченими Академії наук Молдавської ССР були проведені багаторічні дослідження фізико-хімічних умов, чисельності і біомаси основних груп рослинних і тваринних гідро біонтів, структури популяцій промислових видів риб.

Також були проведені багаторічні дослідження макрозообентоса водосховища-охолоджувача Молдавської ДРЕС, дана оцінка екологічного стану водойми-охолоджувача на основі популяції даної фауни.

Після будівництва греблі і створення водойми-охолоджувача Молдавської ДРЕС вченими Інституту зоології АН Молдавської ССР були проведені дослідження температурного та гідрохімічного режиму, газового та режиму біогенних елементів в Кучурганському лимані і протоці Турунчук. Було встановлено, що після зарегулювання лиману активізувалися процеси солевмісту у Кучурганському лимані, відбулися зміни мінералізації, кількісне співвідношення основних інгредієнтів, вода втратила признаки гідрокарбонатно-сульфатного класу, більшу половину року вода стала відноситися до сульфатно-хлоридного класу, групи натрія-магнія, другого типу.

Слід зазначити, що Кучурганське водосховище являється джерелом зрошення, для сільськогосподарських угідь в Роздільнянському районі Одещини. У зв'язку з цим силами Одеської гідролого-меліоративної експедиції (з 2019 р. Відокремлений підрозділ Басейнового управління річок Причорномор'я та нижнього Дунаю) проводиться екологічний моніторинг поверхневих вод Кучурганського водосховища. Результати щорічного екологічного моніторингу вносяться до Кадастру меліоративного стану зрошуваних земель Одеської області.

3. Характеристика об'єкта дослідження

Кучурганське водосховище — прісноводний лиман на кордоні не признаного Придністров'я (Республіка Молдова) і Одеської області.

Лиман витягнутий з півночі на південь, протяжність – біля 17 км. Ширина в північній частині – 1,5 км, в південній – біля 3,0 км. Середня глибина складає

3,5 м, максимальна (в південній частині) - 4,2 м. Загальна площа лимана — 2730 га, з яких площа верхньої частини (північна ділянка) – 580 га, середня ділянка 800 га, а нижня частина лиману – 1350 га. Об'єм води – 78 млн.м³ (за станом на 1990 р.). Дно на 80 % покрито глинистим ілом товщиною 0,5-1,0 м.

За типом водного живлення лиман відноситься до наливних водойм з оборотним водопостачанням ДРЕС. Для підтримки проектного рівня води в водосховищі-охолоджувачі в разі необхідності проводиться його підпитка дністровською водою із рукава Турунчук.

В роботі використано результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод в басейні Кучурганського лиману на контрольному посту біля с. Градениці Біляївського району Одеської області за 2010-2017 рр., які були надані Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації [8]. Проби води відбирались щоквартально чотири рази на рік. Згідно вимогам [9] лабораторією гідроекологічного моніторингу визначалися такі показники: рівень рН, лужність, вміст гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів, кальцію, магнію, натрію, калію, мінералізація, завислі речовини, іони амонію, вміст нітратів, нітритів, фосфатів, БСК₅, концентрація загального заліза, міді, хрому, алюмінію, СПАР, нафтопродукти, концентрація специфічних речовин токсичної дії та ін.

4. Оцінювання відповідності показників якості води нормативним вимогам

В роботі використані нормативи якості води для водойм господарсько-побутового, рибогосподарського та питного водокористування [9-11].

Аналіз осереднених середньорічних та максимальних (найгірших) гідрохімічних показників моніторингових спостережень за 2010...2017 рр. показав, що відхилення від норми (кратність перевищення ГДК) є за такими показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Кратність перевищення гранично допустимих концентрацій осереднених гідрохімічних величин впродовж 2010-2017 рр у поверхневих водах Кучурганського водосховища для різних видів водокористування

| Показники якості води | Вміст інгредієнтів у воді | | Кратність перевищення ГДК* гп | | Кратність перевищення ГДК** рг | | Кратність перевищення ГДК*** пв | |
|---|---------------------------|-------------|-------------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| | $C_{сер.}$ | $C_{макс.}$ | сер. | макс. | сер. | макс. | сер. | макс. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Мінералізація, мг/дм ³ | 1680 | 2321 | 1,6 | 2,3 | 1,6 | 2,3 | - | - |
| Сульфатні іони, мг/дм ³ | 643 | 959 | 1,3 | 1,9 | 6,4 | 9,6 | 1,8 | 2,7 |
| Іони магнію, мг/ дм ³ | 111 | 171 | 2,2 | 3,4 | 2,8 | 4,3 | 1,4 | 2,1 |
| Хлоридні іони, мг/ дм ³ | 353 | 423 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,7 |
| Нафтопродукти мг/дм ³ | 0,07 | 0,21 | - | - | 1,4 | 0,7 | - | - |
| БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³ | 4,3 | 8,5 | 1,4 | 2,8 | 1,4 | 2,8 | 1,1 | 2,1 |
| ХСК, мг О/ дм ³ | 59,0 | 103,0 | 3,9 | 6,9 | 3,0 | 5,2 | 11,8 | 20,6 |

Примітки до таблиці 1:

1). ГДК* гп, ГДК** рг, ГДК*** пв – гранично допустима концентрація для водойм господарсько-побутового, рибогосподарського та питного водокористування.

2). «-» Нормативи відсутні [9; 10; 11].

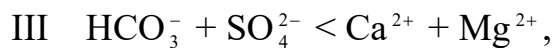
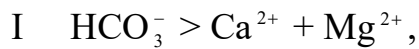
Аналіз табличного матеріалу свідчить про те, що найбільш високі рівні перевищення гранично допустимих концентрацій у воді Кучурганського водосховища спостерігались за показниками мінералізації, іонів магнію, сульфатів, хлоридів, БСК₅, ХСК (для господарсько-побутового водокористування); за показниками мінералізації, вмістом іонів сульфатів, магнію, нафтопродуктів, БСК₅, та ХСК (для рибогосподарського водокористування); за вмістом іонів магнію, сульфатів та хлоридів, БСК₅, ХСК (для питного водокористування).

5. Оцінювання якості води за відповідними категоріями

Перш ніж виконати екологічне оцінювання якості поверхневих вод Кучурганського водосховища за відповідними категоріями необхідно оцінити ступінь забруднення води компонентами сольового складу.

Сольовий склад поверхневих вод України оцінюється за сумою іонів та окремими інгредієнтами. При групуванні даних у просторі та часі оцінка

дається за середніми й максимальними (найгіршими) значеннями показників. Клас води визначається за переважними аніонами, групи – за переважними катіонами. Типи вод визначаються за співвідношенням між іонами (в еквівалентах):



Для позначення видів природних вод вживаються символи, наприклад гідрокарбонатний клас, група кальцію, тип другий – C_{II}^{Ca} , сульфатно-хлоридно-кальцієві води другого типу SCI_{II}^{Ca} . Прісні гіпо- й олігогалинні та солонуваті β -мезогалинні води оцінюються також за критеріями їхнього забруднення компонентами сольового складу води, а саме – за значеннями суми іонів, хлоридів і сульфатів.

За результатами дослідження встановлено, що води Кучурганського водосховища відносяться до сульфатно-хлоридного класу, групи натрію, тип другий (SCI_{II}^{Na}), води солонуваті II, β -мезогалинні, другого класу, другої категорії якості.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями має обов'язково включати всі три блоки показників; блок сольового складу води, блок трофосапробіологічних (еколого-санітарних) показників води, блок показників вмісту та біологічної дії специфічних речовин. Результуючою є єдина екологічна оцінка, яка ґрунтується на заключних висновках за трьома блоками [12,13].

Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування й обробки вихідних даних;
- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;

- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) за окремими блоками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;

- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта загалом чи його окремих ділянок за певний період спостережень.

Етап групування й обробки вихідних даних якості води полягає у виконанні певних дій і дотриманні певних умов. Вихідними даними для екологічної оцінки якості води є, насамперед, зведені та розрізнені результати систематичного контролю за якістю води у водних об'єктах України, зібрані й оброблені мережею пунктів спостережень і лабораторій систем Міністерства екології та природних ресурсів, Гідрометслужби України, Держводагентства України. Ураховуються також матеріали систематичних спостережень якості води, одержані науковими установами екологічного профілю.

Вихідні дані якості води за окремими її показниками групуються у просторі та часі в певному, чіткому порядку: окремо для різних пунктів спостережень або ж укупі (з різних пунктів спостережень) для певних ділянок водного об'єкта або ж для водного об'єкта загалом за певний відрізок часу (місяць, сезон, рік, кілька років підряд тощо). Вихідні дані з якості води за окремими показниками групуються в межах трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води вихідні дані (вибірки) підлягають певній обробці: обчислюють середньоарифметичні значення, визначають мінімальні та максимальні (найгірші) значення, які разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання й аналізу результатів спостережень.

Серед вихідної інформації трапляються поодинокі дані, які за своїми екстремальними значеннями виходять за межі окресленого діапазону мінливості величин цієї вибірки, значно відрізняючись від максимальних (найгірших) значень. Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу: з'ясуванню природних чи антропогенних причин, що могли викликати їхню появу. Після такого аналізу приймається

рішення про їхнє використання чи вилучення. При групуванні, обробці та використанні вихідних даних рекомендується, по можливості, застосовувати методи математичної статистики для малих і звичайних вибірок.

Етап визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у виконанні таких дій:

- середньоарифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, уміщеними в таблицях системи екологічної класифікації;
- найгірші значення якості води (максимальні) серед цих показників кожного блока також порівнюються з відповідними критеріями якості води;
- на основі проведеного зіставлення середніх арифметичних і найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води за середнім і найгіршим значеннями (найбільшим за номером) для кожного показника окремо;
- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками також (як і на першому етапі) виконується в межах відповідних блоків.

Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується лише на основі аналізу показників у межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу води (I_1), для трофосапробіологічного (екологосанітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної та радіаційної дії (I_3). Таким чином, має бути визначено шість значень блокових індексів, а саме: $I_{1сер. та I_{1макс.}$; $I_{2сер. та I_{2макс.}$; $I_{3сер. та I_{3макс.}$ Маючи значення блокових індексів якості води, можна визначити їхню належність до певного класу та категорії за допомогою системи екологічної класифікації.

Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блока; при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 номер – 2 і т. д.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її більш точною та гнучкою.

Для визначення субкатегорій якості води, відповідних середнім значенням блокових індексів, потрібно весь діапазон десятинних значень номерів (між цілими числами) розбити на окремі частини та позначити їх таким чином:

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом чи для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального (екологічного) індексу (I_E). Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування водоохоронної діяльності, опрацювання водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, екологічного картографування тощо. Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою (1):

$$I_E = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу води; I_2 – індекс трофосапробіологічних (еколого-санітарних) показників води; I_3 – індекс специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо: $I_{E\text{сер.}}$ та $I_{E\text{макс.}}$. Він може бути дробовим числом. Визначення субкатегорій якості води на підставі екологічного індексу здійснюється так само, як для блокових індексів.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод України за трофосапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями [12 с. 20] виконується на підставі середніх і найгірших значень кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних показників, а також індексів сапробності. У

результаті вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності вод. Загальна кількість показників цього блока для забезпечення обґрунтованих висновків не повинна бути менше 10.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод України за специфічними речовинами токсичної та радіаційної дії [12 с. 21] виконується за кожним показником окремо. Для даних, згрупованих у часі й просторі, оцінка дається за середнім і найгіршим значеннями кожного з показників.

Назви класів і категорій якості вод, дані за їхнім станом і ступенем чистоти (забрудненості), а також ступінь трофності й зона сапробності оцінюваних поверхневих вод наведені в [13].

Екологічна оцінка згідно з нормативним документом, що розглядається, є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому при виконанні екологічної оцінки треба передбачати зіставлення одержаних результатів із значеннями екологічних нормативів, установленими для даного водного об'єкта.

Розрахункові індекси якості води Кучурганського водосховища за осередненими середньорічними та максимальними значеннями гідрохімічних показників наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Розрахункові індекси якості води Кучурганського водосховища за 2010 – 2017 рр.

| Водний об'єкт | Роки | Індекси якості води | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | $I_{1сер}$ | $I_{1мак}$ | $I_{2сер}$ | $I_{2мак}$ | $I_{3сер}$ | $I_{3мак}$ | $I_{Есер}$ | $I_{Емак}$ |
| Кучурганське водосховище с. Градениці | 2010 | 1,67 | 2,00 | 3,50 | 4,10 | 1,83 | 2,00 | 2,33 | 2,70 |
| | 2011 | 1,67 | 2,00 | 4,11 | 4,80 | 2,50 | 3,00 | 2,76 | 3,27 |
| | 2012 | 4,00 | 5,00 | 3,40 | 4,00 | 2,00 | 2,50 | 3,13 | 3,83 |
| | 2013 | 1,67 | 2,33 | 3,90 | 5,10 | 2,67 | 3,00 | 2,75 | 3,48 |
| | 2014 | 2,20 | 2,67 | 3,40 | 4,41 | 2,00 | 2,33 | 2,47 | 3,14 |
| | 2015 | 1,00 | 2,67 | 3,82 | 4,50 | 2,33 | 2,50 | 2,38 | 3,22 |
| | 2016 | 2,00 | 2,67 | 4,30 | 4,70 | 2,67 | 3,17 | 2,99 | 3,51 |
| | 2017 | 3,67 | 5,33 | 4,90 | 6,00 | 2,50 | 2,60 | 3,69 | 4,64 |

Аналізуючи табличні дані можливо стверджувати, що найменші за величинами індекси сольового блоку (як за осередненими, так і за максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів). Такі води не виходять

за межі II класу, 3-ої категорії якості води і оцінюються як «добрі» за якістю та «чисті» за ступенем чистоти.

Як виключення відмічено високі розрахункові індекси якості води в 2012 р., коли величина $I_{1\text{сер}} = 4,00$, а значення $I_{1\text{мак}} = 5,00$. Згідно [13] зазначені поверхневі води відносилися до III класу, 4 і 5 категорії якості вод відповідно, оцінюються як «задовільні» за якістю і «забруднені» за ступенем чистоти. Причиною незадовільного екологічного стану поверхневих вод послужило високий вміст загальної мінералізації (середньорічна – 2480 мг/дм³, максимальна – 3270 мг/дм³). Крім того, в 2012 р. в поверхневих водах Кучурганського водосховища спостерігався значний вміст сульфат-іонів (середньорічне значення – 1064 мг/дм³, максимальне – 1503 мг/дм³), що становить біля 50 % загального солемісту.

Високий ступінь забруднення за показниками сольового блоку також відмічався в 2017 році ($I_{1\text{сер}}=3,67$, а значення $I_{1\text{мак}}=5,33$). Дослідженнями встановлено, що в цей період середньорічна мінералізація складала 2513 мг/дм³, а максимальна – 3407 мг/дм³, вміст сульфатів – 1345 мг/дм³. Води відносилися до III класу якості води, 5-6 категорії, «посередні», «помірно забруднені води».

Для наглядності наведено динаміку змін індексів якості води за осередненими середньорічними і максимальними значеннями показників сольового блоку (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка зміни індексів якості води сольового блоку за середньорічними та максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів у воді Кучурганського водосховища

За результатами розрахунків індексів якості води трофосапробіологічного (еколого-санітарного) блоку встановлено наступне. Впродовж 2010...2015 рр. індекси якості води еколого-санітарного блоку як за середньорічними, так і за максимальними (найгіршими) значеннями гідрохімічних інгредієнтів ($I_{2сер}$, $I_{2мак}$) практично мало змінювалися (рис. 2). Впродовж зазначеного періоду часу індекс $I_{2сер}$ змінювався в межах 3,4...3,8, що характеризує води як перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених». Індекс якості води $I_{2мак}$ варіював в межах 4,0...4,5 (4 категорія якості, «задовільні», «слабко забруднені» води з тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених»).

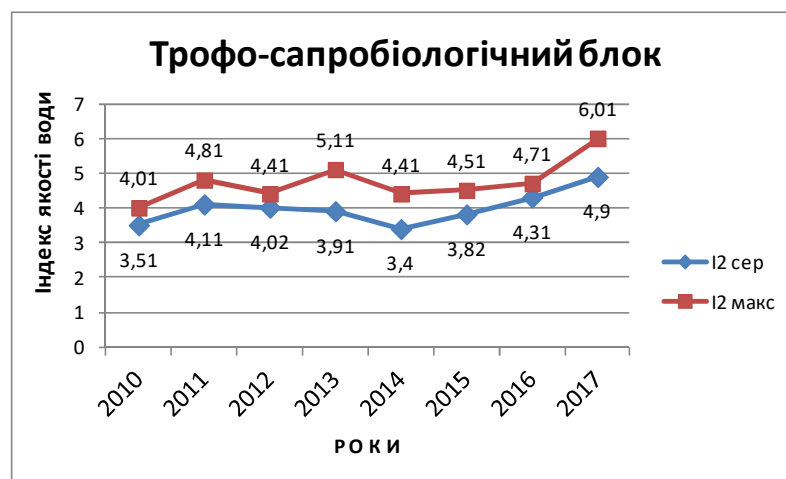


Рис. 2. Динаміка зміни індексів якості води трофосапробіологічного блоку за середньорічними та максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів у воді Кучурганського водосховища

Починаючи з 2016 року спостерігалася тенденція щодо зростання індексів $I_{2сер}$ і $I_{2мак}$ до значень 4,30...4,90 відповідно, що вказує на подальше погіршення екологічного стану досліджуваної водойми. У зазначеному періоді часу поверхневі води відповідали III класу якості, досягали 4...5 категорії, води оцінювалися як «посередні», «помірно забруднені» з тенденцією до категорії «поганих» за якістю і «брудних» за ступенем чистоти. Такий незадовільний екологічний стан поверхневих вод складався за рахунок вмісту завислих речовин (4...6 категорії якості), фосфатів (4...6 категорії), азоту амонійного

(6...7 категорії), розчиненого кисню (6...7 категорії), показників БСК₅ (7 категорія), ХСК (7 категорія).

Для оцінювання якості поверхневих вод Кучурганського водосховища за вмістом речовин токсичної дії, були використані гідрохімічні інгредієнти, а саме: вміст заліза, СПАР, нафтопродуктів, марганцю, нікелю, міді.

Дослідження показало, що токсичні речовини не приймають вирішальної ролі в забрудненні поверхневих вод досліджуваної території. За вмістом заліза, марганцю, нікелю і міді води характеризувалися як «відмінні», «чисті» води. Основну долю в забрудненні поверхневих вод вносили СПАР і нафтопродукти.

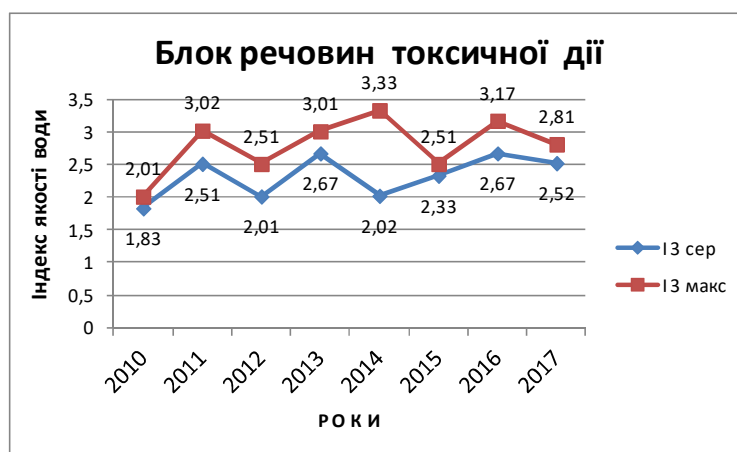


Рис. 3. Динаміка зміни індексів якості води блоку речовин токсичної дії за середньорічними та максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів у воді Кучурганського водосховища

За результатами розрахунків встановлено, що індекс $I_{3сер}$ в продовж досліджуваного періоду змінювався у межах 1,83...2,67, вода відповідала II класу, 3...4 категоріям якості, такі води оцінюються як перехідні за якістю від «дуже добрих», «чистих» до «добрих», «чистих» (рис. 3).

Попре сказаного, слід зазначити, що впродовж досліджуваного періоду спостерігається тенденція щодо повільного зростання індексів якості води блоку речовин токсичної дії (амплітуда підйому $I_{3сер}$ складала + 0,69, а для $I_{3макс}$ + 0,80).

Висновки, одержані при роздільному аналізі величин показників трьох

блоків, і обчислення блокових індексів за середніми і найгіршими величинами гідрохімічних показників дають змогу обрахувати значення загального (інтегрального) екологічного індексу якості води в досліджуваному водному об'єкті, в даному разі Кучурганському водосховищі (див. табл. 2, рис. 4). Аналіз наведеного матеріалу говорить про наступне.



Рис. 4. Динаміка зміни екологічних індексів якості води за середньорічними та максимальними значеннями гідрохімічних інгредієнтів у воді Кучурганського водосховища

Екологічний стан водойми можливо розділити на два відрізки часу. (2010...2015 рр. – перший і другий – після 2015 р.). Аналіз багаторічної часової динаміки осереднених середньорічних значень інтегральних індексів $I_{E_{сер}}$, показав, що якість води Кучурганського водосховища впродовж першого періоду часу характеризувалася 2 категорією, II класом якості води («дуже добрі», «чисті» води). Після 2015 р. (другий період) намітилася тенденція щодо зростання індексу екологічного індексу (впродовж цього періоду часу середнє значення $I_{E_{сер}} = 3,1$), що характеризує води як «добрі», «досить чисті» з тенденцією наближення до «задовільних» за якістю і «слабко забруднених» за ступенем чистоти.

Максимальні (частіше позанормовані значення) показників якісного стану поверхневих вод Кучурганського водосховища, зазвичай зумовлені впливом людської діяльності, в більшості випадків за рахунок скидання стічних

вод підприємств розташованих в басейні досліджуваної водойми. Аналіз часової динаміки екологічного стану поверхневих вод (подібно до середньорічних значень) дозволяє поділити період дослідження на два відрізки часу (2010...2015 рр. – перший і другий – після 2015 р.). Величина інтегрального індексу $I_{E_{max}}$ впродовж першого періоду змінювалася в межах 2,71...3,22 (води, перехідні за якістю від «дуже добрих», «чистих» до «добрих», «досить чистих»). Впродовж другого періоду часу середньоарифметичне значення інтегрального індексу $I_{E_{max}}$ становило 3,93, тобто води відповідали III класу, 4 категорії якості води і характеризувалися як перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених».

Висновки

1. Багаторічна господарська діяльність Молдавської ДРЕС привела до порушення природного гідрохімічного режиму Кучурганського водосховища.

2. За результатами дослідження встановлено, що води Кучурганського водосховища відносяться до сульфатно-хлоридного класу, групи натрію, тип другий (SCI_{II}^{Na}), води солонуваті - II, β -мезогалинні, другого класу, другої категорії якості.

3. За результатами екологічної оцінки якості поверхневих вод Кучурганського водосховища за період 2010-2017 рр. визначено, що поверхневі води за середньорічними та максимальними показниками гідрохімічних інгредієнтів здебільшого відповідали III класу якості, досягали 4...5 категорії, оцінювалися як «посередні», «помірно забруднені» з тенденцією до категорії «поганих» за якістю і «брудних» за ступенем чистоти.

4. Забруднення поверхневих вод досліджуваної водойми за рахунок гідрохімічних інгредієнтів сольового блоку та речовин токсичної дії не встановлено. За вмістом заліза, марганцю, нікелю і міді води характеризувалися як «відмінні», «чисті» води. Основну долю в забруднення поверхневих вод вносили СПАР і нафтопродукти.

5. Відповідно до вимог СанПиН № 4630-88 найбільш високі рівні перевищення гранично допустимих концентрацій у воді Кучурганського водосховища спостерігались за показниками мінералізації, іонів магнію, сульфатів, хлоридів, БСК₅, ХСК (для господарсько-побутового водокористування); за показниками мінералізації, вмістом іонів сульфатів, магнію, нафтопродуктів, БСК₅, та ХСК (для рибогосподарського водокористування); за вмістом іонів магнію, сульфатів та хлоридів, БСК₅, ХСК (для питного водокористування).

6. Низька якість води та значна амплітуда коливань гідрохімічних показників Кучурганського водосховища обумовлені переважно техногенним впливом Молдавської ДРЕС.

Література

1. Филипенко С.И. Зообентос Кучурганского водохранилища: динамические процессы и использование в биологическом мониторинге. – Тирасполь: Изд-во Приднестровского ун-та, 2005. – 160 с.

2. Горбатенький Г.Г., Сарычева С.Ф. Режим растворенных газов и активной реакции (рН) воды Кучурганского лимана // Биол. ресурсы водоемов Молдавии.-Кишинев, 1972.-Вып.10.-С. 3-17.

3. Горбатенький Г.Г. и др. Влияние антропогенных факторов на содержание биогенных элементов, органического вещества, токсических веществ и бактериопланктон в Кучурганском водохранилище // Тезисы докладов IV Всесоюзного симпозиума.-Петрозаводск, 1983.-С. 32-34.

4. Горбатенький Г.Г., Бызгу С.Е. Изменение состава и качества воды Кучурганского лимана под влиянием работы Молдавской ГРЭС // Антропогенное эвтрофирование природных вод: Тезисы докладов II Всесоюзного совещания по антропогенному эвтрофированию природных вод.-Черноголовка.-1977.-Ч. 1.-С. 104-110.

5. Горбатенький Г.Г., Бызгу С.Е. Характеристика основных абиотических факторов экосистемы водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС.-Кишинев: Штиинца.-1988.-С. 5-21.

6. Ярошенко М.Ф., Бызгу С.Е. Физико-химические особенности Кучурганского лимана-охладителя Молдавской ГРЭС и перспективы их изменения // Биологические ресурсы водоемов Молдавии.-Кишинев, 1970.-Вып. 6.-С.8-17.

7. Ярошенко М.Ф., Горбатенький Г.Г. Морфометрия, гидрология и термический режим // Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. Кишинев: Штиинца.-1973.-С. 8-18.

8. Фондові матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації [Текст] : / Результати гідрохімічних досліджень стану поверхневих вод в водних об'єктах Одеської області в 2010-2017 рр. – 14 с.

9. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Нормативний документ [Текст]: / Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 485 від 24.12.2001 р. – К. – 2001. – 42с.

9. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. [Текст]: СанПиН №4630-88 – М.: Минздрав СССР – 1988. – 69 с.
10. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / [Электронный ресурс] М. – 1995. – Режим доступа: <http://refdb.ru/look/3488628.html>.
11. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). [Електронний ресурс] ТОВ «ЛІГА ЗАКОН», 2007 – 2010. – Режим доступу: <http://bib.convdocs.org/v3911>.
12. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В.Д., Жукинський В.М., Окснюк О.П. та ін.]. – К. : Символ-Т, 1999. – 28 с. – ISBN 966-95095-2-1.
13. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) [Текст] / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька – К.: Оріяни; 2006. – 44 с. – ISBN 966-8305 -55-8.