

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: «Оцінка сучасного екологічного стану
Каховського водосховища»

Виконав студент 1 курсу групи Е- 52
спеціальності 101 "Екологія "
Нотевський Іван Іванович

Керівник к.х.н. доц.
Вовкодав Галина Миколаївна

Рецензент к.т.н., доц.
Шевченко.Валентин Федорович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти спеціаліст
Спеціальність 101 "Екологія "
(шифр і назва)
Спеціалізація «Охорона навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони
довкілля

Сафранов Т.А
" 13 " березня 2017 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Нотевському Івану Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Оцінка сучасного екологічного стану Каховського водосховища»

Керівник проекту Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 17 " грудня 2016 р.
№372-С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2017 року

3. Вихідні дані до проекту: звіти обласних управлінь водних ресурсів в Запорізькій та Херсонській областях за 2008-2011 роки, Державного управління екології та природних ресурсів в Запорізькій та Херсонській областях, первинні статистичні матеріали обласних управлінь статистики в Запорізькій та Херсонській областях.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): фізико-географічні особливості Каховського водосховища; теоретичні відомості про показники якості води; характеристика якості води Каховського водосховища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): карта-схема Каховського водосховища; зміна показників розчинного кисню у водах Каховського водосховища на протязі 2008-2011 рр; зміна показників БСК₅ у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр; зміна показників азоту амонійного у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр; зміна показників азоту нітратного у водах Каховського водосховища

на протязі 2010-2011 рр; зміна вмісту нафтопродуктів у водах Каховського водосховища на протязі 2008-2011 рр; зміна показників фенолу у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр; зміна ІЗВ протягом 2008 року; зміна ІЗВ протягом 2009 року; зміна ІЗВ протягом 2010 року; зміна ІЗВ протягом 2011 року; зміна ІЗВ для створу 1 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 2 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 3 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 4 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 5 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 6 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 7 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 8 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 9 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 10 (2008-2011 рр); зміна ІЗВ для створу 11 (2008-2011 рр).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

7. Дата видачі завдання 13 березня 2017 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір та узагальнення даних щодо фізико-географічних особливостей розташування Каховського водосховища	13.03.17-24.03.17	85	4 (добре)
2	Розглянути та охарактеризувати показники якості води	25.03.17-02.04.17	85	4 (добре)
	<i>I Рубіжна атестація</i>	03.04.17-08.04.17	85	4 (добре)
3	Провести оцінку якості вод Каховського водосховища	09.04.17-02.05.17	90	5 (відмінно)
	<i>II Рубіжна атестація</i>	03.05.17-06.05.17	90	5 (відмінно)
4	Внести пропозиції щодо поліпшення екологічного стану водних ресурсів Каховського водосховища	07.05.17-14.05.17	85	5 (добре)
5	Оформлення дипломного проекту. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.	15.05.17-22.05.17	90	5 (відмінно)
6	Підготовка остаточної версії дипломного проекту. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до захисту.	23.05.17-01.06.17	88	4 (добре)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		87,3	

(до десятих)

Студент

(підпис) Нотевський І.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис) Вовкодав Г.М.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	9
1.2 Характеристики водного об'єкта	10
1.2.1 Кліматичні умови.....	10
1.2.2 Ґрунтовий покрив	11
1.2.3 Гідрологічні умови	11
1.3 Гідробіологічні умови	13
1.3.1 Бактеріопланктон	14
1.3.2 Фітопланктон.....	14
1.3.3 Зоопланктон.....	15
1.3.4 Зообентос	17
1.3.5 Макрофіти.....	18
1.3.6 Вища водна рослинність	19
1.3.7 Характеристика іхтіофауни	20
1.3.8 Території та об'єкти природно-заповідного фонду.....	23
1.4 Гідрохімічна характеристика.....	25
1.5 Радіоекологічна ситуація.....	27
2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ.....	28
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	39
3.1 Оцінка якісного та кількісного стану вод Каховського водосховища ...	39
3.2 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками	43
3.3 Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії	49
3.4 Оцінка якості води Каховського водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ)	52
3.4.1 Методика розрахунку ІЗВ	52
3.4.2 Розрахункова частина.....	55

3.5 Оцінка і класифікація вод Каховського водосховища	65
3.5.1 Орієнтовна екологічна оцінка якості вод	65
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	78

ВСТУП

Каховське водосховище належить до рибогосподарських водних об'єктів загально-державного значення, що зумовлює можливість його використання для промислового вилову риби, який здійснювався протягом практично всього періоду існування водосховища. У сфері впливу Каховського водосховища знадиться Національний природний парк «Нижньодніпровський» — природоохоронна територія у Херсонській області, яка створена 24 листопада 2015 року. В ценозах відмічено 71 вид тварин, 32 види росли, що включені до Світового Червоного списку МСОП, до Європейського Червоного списку, до Червоної книги України, до Червоного списку Херсонської області.

Тут розташовані уже існуючі об'єкти природно-заповідного фонду України та водно-болотне угіддя міжнародного значення «Дельта р. Дніпро» (Рамсарські угіддя) [1, с.54].

Актуальність досліджуваної проблеми полягає в систематичному моніторингу якості води Каховського водосховища з урахуванням екологічної складової.

Екологічна класифікація на основі інтегрального показника забруднення є критерієм екологічної оцінки якості поверхневих вод, а також складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища й основою для оцінки впливу людської діяльності на довкілля.

Реальна оцінка екологічної обстановки, а також процесів, що відбуваються у водах водосховища неможливі без застосування максимально достовірних критеріїв, тобто якісних або кількісних ознак, взятих за основу класифікації стану поверхневих вод, якими можуть бути індекси забрудненості води (ІЗВ).

Метою досліджень є оцінка стану вод Каховського водосховища у 11 контрольних створах в межах Запорізької та Херсонської областей. Аналіз

стану забруднення поверхневих вод у створах виконано на основі даних спостережень за вмістом гідрохімічних показників, наданих Херсонським та Запорізьким Обласними управліннями водних ресурсів.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

1.1 Історія створення

Коли закінчилася Друга Світова війна, необхідно було відновлювати промисловість і виробництво. Іншими словами чекали нові «грандіозні будівництва». Одна така «велика стройка» - це Каховська ГЕС, а також Каховське водосховище, які повинні були розташуватися на Дніпрі.

На початку 1950 року Радою Міністрів Радянського Союзу було постановлено почати будівництво Каховської ГЕС, яка повинна була мати потужність 250 мегават і вироблення електричної енергії, що дорівнює 1,2 млрд. кВт на годину. Дана ГЕС мала стати черговим рівнем в Дніпровському каскаді штучних морей. Будівництво Каховської ГЕС було розпочато в 1951 році недалеко від Херсона поряд з селом Ключовим. До 1952 року замість села було споруджено місто під назвою Нова Каховка.

Протягом 5 років (1951-1956 роки) будувалася Каховська ГЕС. Щоб створити Каховське водосховище, необхідно було переселити населення близько 27 сіл, які були розташовані в затоплюваної зоні. Було розпочато нове «ударне будівництво», про який писали всі газети: «Жителям переселенців сіл побудували понад тисячу будинків», «Державою було виділено на організацію переселення понад 13 млн. руб.».

У той час опинилися у воді 257 тисяч га, які представляли собою унікальні Дніпровські плавні, тисячі гектарів чорноземної землі, сотні зруйнованих пам'яток, які були відкриті археологами. Серед них був, наприклад, такий історичний пам'ятник, як Чортомлицька Січ козаків.

При цьому люди насильно були виселені зі своїх рідних місць. Словами знаменитого письменника і режисера Довженка О.П., який відвідав ті місця до затоплення, були такі записи: «Не була проведена жодна роз'яснювальна робота. Підготовка полягала лише в тому, що люди, які заходили в двір,

записували необхідні заміри і попереджали про необхідному переселення. При цьому жителів попереджали про те, що всі будинки, господарі яких не встигнуть переїхати до призначеного терміну, будуть знесені за допомогою бульдозера без повторного попередження». Ця трагедія місцевих жителів була передана Довженко О.П. через його кіносценарій «Поема про море», який був присвячений процесу будівництва Каховської ГЕС і водосховища, за що автора удостоїли премії імені Леніна. 1955 рік - це час початку затоплення водосховища на Каховці. У 1958 році був досягнутий бажаний водяний рівень.

За словами Довженко О.П., підняття дніпровської води велося протягом всієї зими. При цьому було залито безліч плавнів і озер. Пониззі Дніпра стало невпізнаним: було затоплено Запорізький Луг, багато річок, кладовища, залишки будинків і багато іншого [1, с.55-56].

1.2 Характеристики водного об'єкта

1.2.1 Кліматичні умови

На формування клімату даної території впливають наступні фактори: характер макромасштабної циркуляції повітряних мас, широтне положення, як чинник сонячної радіації, та характер підстилаючої поверхні (орографічні умови, рослинність). Клімат району проектування помірно-континентальний, для якого характерне спекотне, в окремі роки посушливе літо та відносно холодна зима [2, с.34].

Середня багатолітня температура повітря в районі майданчика передбачуваного будівництва складає 10,1 °С. Найтеплішим місяцем є липень, його середня місячна температура досягає + 22,4 °С. Абсолютний максимум спостерігається в серпні, і досягає + 39,3 °С. Найхолоднішим місяцем року є січень з середньою місячною температурою повітря - 2,9 °С, абсолютний мінімум (в лютому) досягає - 31,0 °С. За період спостережень з

1982 по 2012 р, який відображає сучасну тенденцію еволюцію клімату, середня річна температура повітря становить + 10,6 °С (на 0,5 градусів більше багатолітньої). Найбільша строкова температура + 39,3 °С, найменша - 26,7 °С (на 4,3 градуси вище абсолютного мінімуму 1911 р.) [3, с.102].

1.2.2 Ґрунтовий покрив

Згідно з Ґрунтовою картою України 1977 року ґрунт в районі Каховського водосховища класифікується як дерново-піщаний і глинисто-піщаний, в основному неоглеєний в комплексі зі слабо гумінованими пісками і чорноземним піщаним ґрунтом. В районі ділянки проектування, безпосередньо на греблі Каховської ГЕС, ґрунтовий покрив складають антропогенні ґрунти, покриті рослинністю. Алювіальні ґрунти поширені в районах, що періодично затоплюються. На півострові Козацькому переважають алювіальні ґрунти та зустрічаються слаборозвинені піщані ґрунти, які легко піддаються ерозії, з низьким вмістом води і поживних речовин [4, с.86].

1.2.3 Гідрологічні умови

Каховське водосховище - водосховище в нижній течії річки Дніпро. Розташоване на території Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської областей України. Введено в експлуатацію в 1956 році. Гідровузол Каховської ГЕС. Повний обсяг водосховища 18,18 км³, корисний - 6,78 км³, глибина 8,4 м (макс. – 32 м). Нормальний підпірний рівень 16 м, горизонт мертвого об'єму 12,7 м. Середній багаторічний стік в створі гідровузла 52,2 км³/рік. Водосховище використовують для сезонного і річного регулювання стоку, а також для регулювання високих і катастрофічних повеней при повному використанні робочого і резервного об'ємів. Каховське водосховище - основне джерело водопостачання Півдня України. З нього вода подається в

Північно-Кримський (до 2014 року), Каховський, канал Дніпро-Кривий Ріг, Верхньорогачицький канал, а також в системи водопостачання рудників, підприємств, міст і селищ Нікополь-Марганцевському промислового комплексу та місто Дніпрорудне (Васильєвського району Запорізької області), в ряд дрібних зрошують систем прибережних районів трьох областей. Загальний відбір води з водосховища тільки для великих каналів становить 900 м³/с. Коливання рівня води до 3,3 м. На Каховському водосховищі знаходиться порт Нікополь [5] (Рис 1.1).

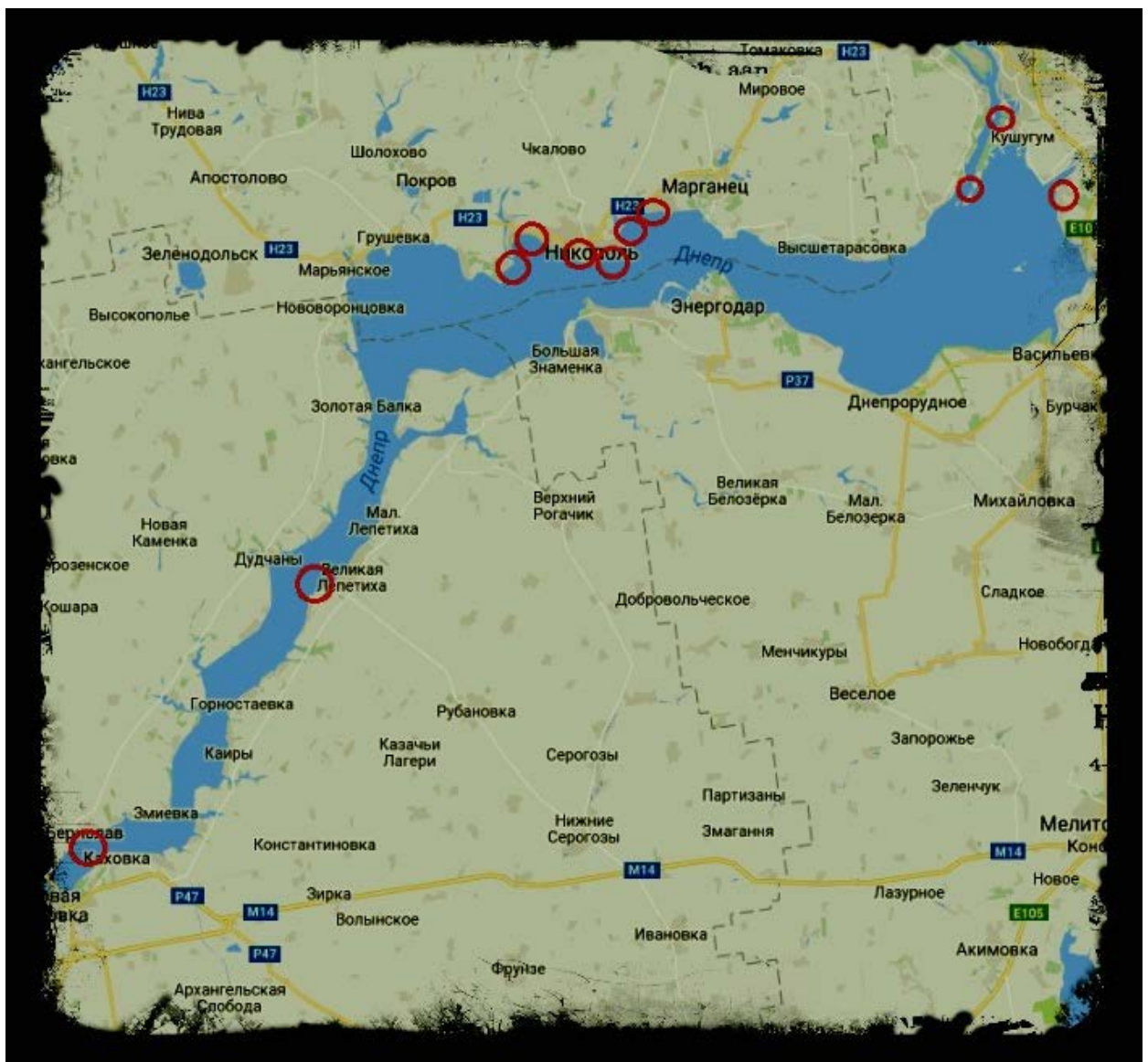


Рис. 1.1 Карта-схема Каховського водосховища

Площа водозбору р. Дніпро до створу Каховської ГЕС становить 482 тис. км² або 95,8 % всього басейну. Найбільш значні притоки Дніпра до створу Каховської ГЕС: Березина, Сож, При п'ять, Десна, Рось, Сула, Псел, Ворскла і Самара, що формують основну частину стоку в гирлі. Безпосередньо у Каховське водосховище впадають невеликі степові річки: р. Конка (лів. бер., має площу водозбору, $F = 2580 \text{ км}^2$), р. Томаківка (прав. бер., $F = 1020 \text{ км}^2$), р. Білозірка (лів. бер., $F = 1430 \text{ км}^2$), р. Базавлук (прав. бер., $F = 4200 \text{ км}^2$). Живлення р. Дніпро переважно снігове - частка талих вод в середньому складає 60 % річного стоку, може досягати 85 %. Гідрологічний режим порушений господарською діяльністю (регулювання стоку, відбори річкової води на постачання народному господарству). В формуванні стоку р. Дніпро чільне місце посідає весняне водопілля. Пропуск максимальних витрат води через каскад Дніпровських ГЕС є найвідповідальнішим елементом режиму експлуатації каскаду Дніпровських ГЕС. Максимальні витрати весняного водопілля є найвищими за рік. Дощові паводки в режимі р. Дніпро явно не виражені [5, с.125].

1.3 Гідробіологічні умови

Сучасний стан біоти пониззя Дніпра за мікробіологічними показниками майже всі ділянки основного русла Дніпра від Каховки до Херсона відповідають класу якості води «добра» і «задовільна» протягом всього вегетаційного періоду. Показники загальної чисельності бактерій коливаються у межах 1,53-5,08 млн. кл/см³, а сапрофітних бактерій - 0,1-2,38 тис. кл/см³. На деяких ділянках, у зв'язку із забрудненнями, що надходять в м. Херсон, вода характеризується підвищеним вмістом бактерій і відповідає класу якості «слабко забруднена» та «помірно забруднена», а нижче Херсона за вмістом сапрофітних бактерій - класу «дуже брудна» [6, с.87].

1.3.1 Бактеріопланктон

У Каховському водосховищі на даному етапі відмічається стабілізація мікробіологічних процесів. Так, кількість бактеріопланктону коливається у межах 1,13-2,45 млн. кл/мл³ при біомасі 0,57-1,12 г/м³, без суттєвих змін за сезонами року. Найбільша концентрація бактерій відмічалася в населених пунктах, а також по балках, що свідчить про забруднення водойми. Вміст сапрофітних бактерій змінювався від 0,02 до 16,2 тис. кл/мл³ впродовж вегетації. Зростання кількості цих бактерій спостерігалось в районі промислових міст - Енергодара, Нікополя (2,5 тис. кл/мл³) та Запоріжжя (11,3-14,2 тис. кл/мл³) [7, с.223].

1.3.2 Фітопланктон

У Каховському водосховищі фітопланктон досить одноманітний, зазвичай він представлений 4-5 домінантними видами. Навесні домінують діатомові во дорості, влітку - синьозелені, восени - синьозелені та діатомові. Для водосховища характерна велика кількість заток та балок, які виникли у гирлових ділянках річок, що впадають у водойму. Завдяки цьому видове різноманіття водоростей значно збільшується. В окремі сезони тут реєструється 100-250 видів, а всього зареєстровано біля 700 видових та внутрішньовидових таксонів водоростей. Найбільш різноманітно представлені зелені водорості - 238 видів (роди *Chlamidomonas*, *Pandorina*, *Tetrastrum*, *Scenedesmus*), на другому місці за видовим різноманіттям діатомові - 203 (*Navicula*, *Stephanodiscus*, *Melosira*) та синьозелені - 106 видів (*Microcystis*, *Oscillatoria*). За даними сучасних досліджень, відмічено досить значне зниження біомаси синьо-зелених водоростей до 2,64-4,74 г/м³. Поряд з цим зросла значимість зелених водоростей - до 27,73 г/м³, що складає більшу частку загальної біомаси. Щорічно по всьому водосховищу відбувається, як правило, два спалахи «цвітіння» води: весняне - діатомовими водоростями

(роду *Melosira*), та літньо-осіннє синьозеленими водоростями (роду *Microcystis*). У літній період «цвітіння» води може спостерігати ся на 80-95 % площі акваторії водосховища, особливо воно виражене в озерній частині. Під час інтенсивного «цвітіння» вода у водосховищі стає непридатною для питного водопостачання. Після відмирання водоростей і в процесі їх гниття у воді Каховського водосховища різко зменшується вміст розчиненого кисню, зростає забруднення біогенними речовинами, що значно погіршує якість води. Крім цього, синьозелені водорості (*Microcystis*, *Anabaena*) виділяють токсини, які негативно впливають на процеси природного самоочищення водойм, а також ведуть до загибелі гідробіонтів та масових задух риб у водоймі. За складом водоростей-індикаторів ступінь забруднення більшості ділянок Каховського водосховища відноситься до рамезосапробної зони (індекс сапробності у 2010-2012 роках коливався від 1,94 до 2,73), що характеризує воду водосховища як помірно забруднену. Але за середньою чисельністю фітопланктону води Каховського водосховища відносяться до полігіпертрофних, що є суттєвим компонентом екологічного ризику.

Дослідженнями в сучасний період визначено, що фітопланктон пониззя Дніпра формується головним чином під впливом планктону з Каховського водосховища, внутрішньоводоймових процесів та фітопланктону заплавних водойм. Він характеризується високим видовим багатством та представлений прісноводно-солонуватоводним комплексом, причому частка прісноводних форм складає від 76 до 83% сумарної кількості таксонів. Найбільше різноманіття водоростей відмічено в заплавних водоймах. Провідне значення у формуванні таксономічної різноманітності належить діатомовим, зеленим і синьозеленим водоростям [7, с.226].

1.3.3 Зоопланктон

Зоопланктон водосховища представлений переважно інфузоріями, коловертками, гіллястовусими та веслоногими ракоподібними, велігерами та

молюсками. У верхній ділянці через значну швидкість течії переважають коловертки, при просуванні до греблі збільшується частка ракоподібних. До видів, які визначають риси фауни водосховища, відносяться: коловертки *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta*, ветвистовусі рачки: *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, веслоногий рачок *Acanthocyclops americanus*. Ця група має стабільний склад, високу чисельність та зустрічаємість. Найбільш продуктивною за зоопланктоном є верхня частина водосховища, де його біомаса досягає 3,0 г/дм³. Середня біомаса зоопланктону по водосховищу оцінюється як 0,55 г/дм³. Порівняно з іншими водосховищами Дніпровського каскаду, в Каховському водосховищі спостерігається збіднення видового складу та чисельності планктонних безхребетних, що пов'язано з погіршенням екологічної ситуації. За структурою зоопланктонних видів-індикаторів трофності водосховище може бути оцінене як евтрофне. Індекс сапробності, розрахований для 2012 р., за індикаторними видами зоопланктону становив 2.12, що відповідає амеозосапробній зоні і характеризує во досховище як помірно забруднене [8, с.46].

Видове багатство зоопланктону в пониззі Дніпра в останні роки помітно зросло - загальна кількість видів збільшилась до 159, кількість родів - до 90. Руслова мережа Дніпра та його основні рукави відрізняються дуже високим таксономічним багатством зоопланктону. В їх складі виявлено 147 таксонів, з яких коловерток - 65, гіллястовусих - 41, веслоногих - 25, та інших фауністичних груп - 16. Показники зоопланктону коливаються в широких межах: чисельність - від 0,8 до 545 тис. екз./м³, біомаса - від 1,5 до 351 мг/м³. Склад зоопланктону у водоймах суттєво різниться. У водоймах, що мають обмежений зв'язок з основним руслом, відмічено найбільше видове багатство зоопланктону. В сучасний період на водотоках Дніпра відмічається поліпшення якості води за показниками зоопланктону. В руслі Дніпра в районі Херсона якість води підвищилась у порівнянні з 80-ми роками з 3-го класу «задовільно чисті» до 2-го класу «чисті». Екологічний стан цієї ділянки

оцінюється як «добрий». Відмічено тенденцію щодо зниження у складі зоопланктону кількості видів з високими показниками сапробності, тобто самоочисна спроможність Дніпра досить велика [9, с.68].

1.3.4 Зообентос

У водосховищі зареєстровано 183 види донних безхребетних. Найбільшим видовим багатством характеризуються червоногі молюски (18 видів), на другому місці личинки бабок (16 видів), на третьому - твердокрилі (12 видів). У великій кількості (7,8%) відмічені представники лиманно-каспійської фауни видів: гамариди, мізиди, кумові ракоподібні та двостулкові молюски. Дослідженнями Інституту гідробіології встановлено, що для відкритих глибоководних акваторій центрального плеса характерні найвищі показники розвитку ценозів макрозообентосу. Високі показники біомаси (до 15-20 г/м) свідчать про сприятливий стан кормової бази бентосоїдних риб. На сучасному етапі у Каховському водосховищі сформувалися стабільні та високопродуктивні угруповання донних безхребетних. Безхребетні тварини розподілені по акваторії водосховища нерівномірно: населення мілководних ділянок значно рясніше та різноманітніше, ніж глибоководних внаслідок того, що в літоралі складаються більш сприятливі умови існування організмів. Але надмірне та прогресуюче заростання гелофітами (очеретом) деяких ділянок мілководь, особливо у верхів'ї водосховища, веде до їх заболочування та зниження інтенсивності розвитку зообентосу. Забруднення різноманітного походження, яке потрапляє з численних підприємств, значно погіршує екологічну ситуацію у водоймі та негативно впливає на донну фауну аж до повного її зникнення на деяких ділянках. Це знижує цінність кормової бази риб та негативно впливає на функціонування водної екосистеми [9, с. 70].

В даний час у фауні пониззя Дніпра виявлено 21 фауністичну групу донних безхребетних, представлених 226 видами, внутрішньовидовими

таксонами і таксонами інших рангів. Найбільш щільні скупчення бентосних організмів знаходяться на мілководних, добре аерованих ділянках. Зі збільшенням глибини та замулення щільність і біомаса гідробіонтів знижуються, зростає роль «м'якого» бентосу, в якому домінують гамариди і корофіїди (26 % і 65 %, відповідно) [10, с.156].

1.3.5 Макрофіти

Найбільші масиви заростей вищої водної рослинності зосереджені на мілководдях верхньої частини, а також в районі Великих Кучугур. Численні затоки, що створилися по балках та притоках у середній та нижній частинах водосховища, заростають слабо через відсутність придатних мілководь. Рослинний покрив водосховища на сучасному етапі розвитку займає близько 7 тис. га та представлений формаціями *Phragmitetum australis*, *Typhetum angustifolium*, *Typhetum latifolium*, *Scirpetum lacustris*, *Scirpetum tabernaemontani*, *Potametum perfoliatum*, *P. lucentis*, *P. pectinati*, *Myriophylletum spicati*, *Ceratophylletum demersi*, *Salvinietum natantis*. У верхній частині водосховища в районі Великих Кучугур, а також в затоці біля м. Енергодар великі площі займають сплавини рогозу вузьколистного та очерету звичайного. На мілководдях розповсюджені угруповання занурених видів макрофітів (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*). Зарослі ділянки мілководь є основними місцями нересту більшості промислових видів риб. Крім цього, зарості вищої водної рослинності є місцями скупчення різноманітних видів водної та біляводної фауни. Таким чином, на сучасному етапі розвитку рослинний покрив водосховища набув рис стабільності. Вони виражаються у формуванні на значних площах стійких та високопродуктивних угруповань, які за цей час зайняли всі придатні екологічні ніші. До цих угруповань у Каховському водосховищі відносяться ценози очерету, десника пронизанolistого та куширу зануреного [11, с.53].

1.3.6 Вища водна рослинність

Пониззя Дніпра характеризується флористичним та фіто-ценотичним різноманіттям. В сучасний період у рослинному покриві пониззя Дніпра зафіксовано 56 видів макрофітів. Переважають родини Potamogetonaceae (12 видів), Cyperaceae (5), Lemnaceae (5), Hydrocharitaceae (4). Тут зберігся комплекс водної флори, який включає раритетні види, що охороняються: *Ceratophyllum tanaiticum* (Європейський Червоний Список), *Aldrovanda vesiculosa*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Salvinia natans* (Червона книга України), *Nymphaea alba*, *Utricularia vulgaris* (Червоний список Херсонської області). Дослідження, які були проведені Інститутом гідробіології НАН України у пониззі Дніпра у 2014 р., дозволили виявити такі тенденції динаміки показників вищої водної рослинності за останнє десятиріччя:

- у руслі Дніпра та основних його рукавах внаслідок збільшення розмірів мілин спостерігається розширення заростей реофільних видів вищих водних рослин. Рідкісними стали алювіально залежні види, які раніше були звичайними для пониззя Дніпра та утворювали власні угруповання;
- у другорядних протоках, які не втратили течії, прослідковується тенденція замулення та заболочування;
- збільшилася частка глухих другорядних проток, які майже втратили гідрологічний зв'язок з руслом. В них відбуваються інтенсивні процеси заболочування та заростання угрупованнями видів болотного комплексу;
- у заплавах водоймах продовжується тенденція збіднення флористичного складу, в якому залишаються види-індикатори процесів евтрофікації та заболочування; спрощується структура заростей;
- збільшилася частка водойм, які через послаблення водообміну та обміління, повністю заростають лататтям.

У подальшому такі водойми перетворюються на:

- дистрофні (з втратою своєї цінності для рибного господарства);

- в більшості водойм формуються сірководневі зони, в яких рослинність майже відсутня. Тут майже відсутні кормові організми для риб;
- зберігається тенденція зникнення раритетних видів водної флори - німфейника щитолистого та горіха водяного;
- у водоймах, в які потрапили комунально-побутові стоки м. Херсона, спостерігаються процеси значної перебудови екосистеми, де розвиток макрофітів значно пригнічується через гіперцвітіння водоростей [11, с.60].

1.3.7 Характеристика іхтіофауни

Каховське водосховище належить до рибогосподарських водних об'єктів загально-державного значення, що зумовлює можливість його використання для промислового вилову риби, який здійснювався протягом практично всього періоду існування водосховища. Первинний склад іхтіофауни Каховського водосховища сформувався за рахунок видів, що перебували в р. Дніпро в зоні затоплення із істотним впливом напівпрохідних форм Нижнього Дніпра та Дніпровсько-Бузької гирлової системи. До складу іхтіофауни в перші роки існування водосховища входило 47 видів, основними з яких були плоскирка, синець, лящ, чехоня, тюлька, верховодка, окунь. На даний час іхтіофауна Каховського водосховища нараховує 42 види риб, які належать до 15 родин, з яких промислове значення мають біля 20 видів. Основними тенденціями змін у видовому складі та видах-домінантах іхтіофауни Каховського водосховища була елімінація стенобіонтних та реофільних видів, тоді як лімnofільні представники понто-каспійського прісноводного, і, меншою мірою, бореально-рівнинного фауністичних комплексів отримали в умовах зарегульованого стоку знайшли сприятливі умови існування. Головними чинниками були зміна гідрологічного режиму, утворення стагнаційних зон з озерним характером біотопів, накопичення надлишкової органічної речовини, яка частково акумулюється у макрофітах, частково - в детриті, що спричинює інтенсифікацію процесів заростання та

замулення критичних для забезпечення життєвого циклу риб біотопів, та порушення природних міграційних шляхів риб. На даний час основними промисловими видами риб Каховського водосховища є лящ, сріблястий карась, плітка. В уловах ставних та закидних неводів домінуюче положення (до 70 % загальної маси) займають вселені рослиноїдні риби (білий, строкатий товстолоби та їх гібриди). Більшість представників аборигенної іхтіофауни Каховського водосховища є консументами другого порядку, частка представників більш високих трофічних рівнів в загальній іхтіомасі є відносно невеликою 3-5 %. Домінуюче положення як за чисельністю, так і іхтіомасою, серед промислових видів, на відміну від інших водосховищ Дніпра, займають риби-зоопланктофаги. Серед екологічних груп (за типом нерестового субстрату) основу іхтіокомплексу складають фітофільні види (94,1 % загального промислового запасу). Каховське водосховище, на відміну від інших водосховищ каскаду, характеризується недостатнім рівнем розвитку нерестового фонду, який, до того ж, нерівномірно розподілений за частинами водосховища. Основними нерестовищами на Каховському водосховищі є незамулені або слабко замулені ділянки з глибинами до 2 м, захищені від вітрового та хвильового впливу, з розвиненим нерестовим субстратом. Нерестовища, більше придатні для відтворення фітофільних видів риб, зосереджені у верхній частині водосховища. Облікова малькова зйомка на станціях нижньої частини водосховища у 2014-2015 рр. показала переважання непромислових та малоцінних у промисловому відношенні видів. Промисловий вилов риби на Каховському водосховищі, який протягом 2000-2009 рр. набув загальної тенденції до збільшення, у 2010-2012 рр. знову зменшився до середньобаторічного рівня 2,3-2,4 тис. т.; у 2013 р. - 2,6 тис.т. Фактична промислова рибопродуктивність водосховища в 2013 р. склала 11,8кг/га, що помітно менше середньої по каскаду. Склад іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової області в період 1931-1960 рр. налічував 79 видів риб, що належать до 20 родин. Найчисельнішою за кількістю видів була родина коропових - 26 видів. Другою за кількістю видів було родина

бичкових - 16 видів. Потім йшли окуневі (7 видів), осетрові (5 видів), оселедцеві (4 види). Осетрові були пред ставлені білугою, шипом, стерляддю, чорноморсько-азовським осетром і севрюгою. З числа оселедцевих реєструвалися чорноморсько-азовський оселедець, чорноморський пузанок, чорноморський шпрот і чорноморсько-азовська тюлька.

У 1961-1985 рр. в Дніпровсько-Бузькій гирловій області мешкав 81 вид риб (в тому числі і ті, що тимчасово заходили з Чорного моря), які відносяться до 21 родини. Прісно воді були представлені 39 видами, морські - 17, солонуватоводні - 12, прохідні та напівпрохідні (далі - прохідні) - 12 видами. На сучасному етапі в Дніпровсько-Бузькій гирловій області реєструється 73 види риб, що належать до 21 родин. Прісноводних видів налічується 35, морських - 12, солону-ватоводних - 11, прохідних - 15 видів. Останніми роками у складі іхтіофауни гирлової системи починає реєструватися піленгас, який розповсюдився майже по всій акваторії Дніпровсько-Бузького лиману із заходом в пониззя Дніпра, зокрема, в район м. Херсона. У верхній частині пониззя Дніпра мережа нерестовищ є досить обмеженою. У минулому найбільш продуктивним був Собецький лиман. В сучасних умовах ця водойма є достатньо зарослою. Відсоток зарощеності досягає 90%. Лиман є досить замулений внаслідок практично повної відсутності проточності. Протоки і єрики заросли макрофітами, замулилися і не забезпечують задовільний водообмін. Такі нерестовища як оз. Кругле, Довге, Хрещате втратили стовідсотково свою значимість. Причини тіж самі - відсутність належного водообміну. На інших озерах, розташованих дещо нижче за течією, але на тій же системі заплавних озер острову Казацький, за нашого часу відбувається нерест сріблястого карася та частково ранньою весною заходить для відтворення щуки. Основними нерестовищами такого типу тут є Великі Дуплечі, Малі Дуплечі та Лебедине. На відміну від Каховського водосховища, основу угруповань молоді риб на мілководних ділянках пониззі Дніпра (в тому числі і заплавних озер), формують промислові види, на частку яких у 2014-2015 рр. припадало в середньому

54,4 % загальної кількості молоді риб в уловах. Серед цієї групи домінуючим видом є сріблястий карась (16,6 % загальної чисельності), який фіксується практично на всіх станціях; достатньо високою є чисельність тарані (5,2 %) та плоскирки (16,9 %). Серед непромислових видів, як і в Каховському водосховищі, домінує гірчак (24,7 % загальної чисельності). Основу промислової іхтіофауни пониззя Дніпра складають фітофільні напіврохідні (тарань, лящ, сазан, судак) та туводні риби (карась сріблястий, лин, плоскирка, окунь, щука), які нерестяться переважно на затопленій заплаві та в заплавних водоймах. На даний час через скорочення обсягів рибоводно-меліоративних робіт умови природного відтворення і нагулу напівпрохідних і прісноводних риб у заплавних водоймах погіршилися (замулення, обміління, заростання і заболочування). Пов'язано це перш за все зі зниженням водообміну та зменшенням швидкості течій. Рибопродуктивність у пониззі Дніпра продовжує знижуватися. Зараз вона досягла майже критичних значень 6,1 кг/га (за винятком вилову тюльки), тобто знизилась більш ніж на порядок порівняно з останніми роками [12, с.26-29].

1.3.8 Території та об'єкти природно-заповідного фонду

Велика ділянка Каховського водосховища є одним з найцінніших заплавно-літоральних об'єктів Європи. Основою національного природного парку «Нижньодніпровський» (Указ Президента України № 657 від 24.11.2015 р.) є дельта Дніпра, яка відрізняється виключним різномаяттям і має велике значення для його збереження.

Національний природний парк площею 80177,80 га створено в межах територій Білозерського, Бериславського, Голопристанського, Цюрупинського районів міст Херсон та Нової Каховки Херсонської області. У парку виділяють три райони: Верхній, Центральний та Нижній, а на їх території відповідні зони.

Верхній природно-рекреаційний район, площею 43200 га охоплює заплавні та частину надзаплавних ділянок від греблі Каховської ГЕС до с. Антонівки з великими площами лісопаркових ландшафтів, водойм, водотоків, ділянок степових схилів з відслоненнями вапняків з численними рідкісними, реліктовими і ендемічними видами. Господарювання - помірно-інтенсивне - випас худоби, сінокосіння, посіви с/г культур, дачні ділянки. Населені пункти - Дніпряни, Козачі Лагері, Кринки та деякі інші.

Рекреаційне навантаження помірно інтенсивне. Тут розміщений ботанічний заказник “Інгулецький лиман”, зоологічні заказники “Кринківське поселення бобрів” та “Микільське поселення змій”. На території Верхнього району виділено 5 зон: зона абсолютної заповідності, заповідно-туристична (природоосвітня), рекреаційна, господарська, буферна.

В межах парку збереглися типові та рідкісні угруповання заплавних лісів, боліт, лук, піщаних степів, степових схилів Дніпра, відслонень гірських порід.

Херсонським державним університетом було розроблено проект створення національного природного парку «Нижньодніпровський», відповідно до якого територія Парку включає 15 об'єктів природно-заповідного фонду України загальнодержавного і місцевого значення. Тут зосереджено близько 1500 видів судинних рослин, більше 1000 безхребетних водних тварин, 67 видів риб, 9 видів земноводних, 9 видів плазунів, 258 видів птахів та 40 видів ссавців. До різних природоохоронних списків занесено 350 видів біоти, серед яких 62 види рослин і грибів та 288 видів тварин.

До Червоної книги України занесено 147 видів біоти, серед яких 29 видів рослин та грибів і 118 видів тварин. До Зеленої книги України віднесено 21 рослинне угруповання [12, с.32-34].

1.4 Гідрохімічна характеристика

На підставі результатів спостережень за забрудненням поверхневих вод Каховського водосховища можна стверджувати, що хімічний склад тісно пов'язаний з природними умовами. Насамперед це стосується головних іонів та мінералізації води. В зв'язку з незначним коливанням середньорічної водності Каховського водосховища мінералізація води практично не змінюється і коливається в межах 339-403 мг/дм³. Склад головних іонів стабільний, серед них домінують кальцій - 48,1-51,7 мг/дм³, гідрокарбонати 160-185 мг/дм³, хлориди 46,9 мг/дм³, сульфати 52,1-54,2 мг/дм³.

Стабільний стан гідрохімічних систем підтверджує середнє значення рН води, яке знаходиться в межах 7,90-8,05. Кисневий режим в басейні Каховського водосховища стабільний, а коливання концентрацій кисню відповідає сезонним закономірностям і знаходиться в межах від 13,7мг/дм³ - взимку до 7,43 мг/дм³- влітку.

В механізмах евтрофування водосховищ ключову роль відіграє антропогенно обумовлене надходження біогенних елементів. Як правило, визначним чинником, що впливає на рівень трофності водойми є обсяги надходження у водосховище фосфору у співвідношенні з обсягами надходження азоту. У водах Каховського водосховища максимальний вміст азоту в амонійній формі складав 0,35 мг/дм³, азоту нітритного - з 0,014 мг/дм³, азоту нітратного - 0,35мг/дм³ . Кількість загального фосфору коливалася в межах 0,180-0,412 мг/дм³.

Величини хімічного (ХСК) і біологічного (БСК) споживання кисню дозволяють судити про забруднення води речовинами, що окислюються. Хімічне споживання кисню (ХСК) впродовж року коливається в межах 12,0-28,8 мг/дм³, біологічне споживання кисню (БСК₅) - в межах 2,26-3,05 мг/дм³.

Вміст специфічних забруднюючих речовин (нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, до певної міри феноли, важкі метали), що потрапляють у поверхневі води внаслідок діяльності людини, в

басейні Каховського водосховища зазнає незначних змін впродовж року. Нафтопродукти потрапляють у поверхневі води внаслідок змивання з поверхні водозабору і їх кількість становить 0 - 0,03 мг/дм³ (ГДК=0,05 мг/дм³).

Феноли є одними з найпоширеніших забруднювальних речовин. Вони надходять у поверхневі води як із стічними водами, так і в наслідок внутрішньоводоймищних процесів. Забруднення фенолами вод Каховського водосховища є стабільним і коливається в межах 0,001- 0,002 мг/дм³ (ГДК 0,001мг/дм³). Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) уповільнюють процеси мінералізації органічних речовин, погіршують органолептичні властивості води. Вміст СПАР коливається в межах 0-0,01 мг/дм³ (ГДК 0,5 мг/дм³), це відповідає середнім багаторічним значенням.

Важкі метали - одна з основних груп хімічного забруднення водосховищ. Вони мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах. На відміну від органічних речовин, які певною мірою піддаються деструкції, важкі метали лише перерозподіляються між окремими ланками водних екосистем (вода, донні відклади, біота). Однак незважаючи на значне надходження у Каховське водосховище важких металів, концентрація їх у воді як по сезонах, так і по акваторії в середньому не перевищує ГДК. Вочевидь, це пояснюється здатністю важких металів сполучатися з розчиненими органічними сполуками.

З токсичних речовин найбільшу небезпеку для водних екосистем представляють пестициди. У водах водосховища такі хлорорганічні пестициди, як ДДТ, ДДЕ на період спостережень у 2010-2011 рр. були практично відсутні [13, с.70-71].

1.5 Радіоекологічна ситуація

Радіаційний стан Каховського водосховища в останні роки визначається переважно техногенними радіонуклідами, що змиваються з водозаборів, забруднених внаслідок аварійних викидів з Чорнобильської АЕС.

Оскільки зараз головним шляхом надходження радіонуклідів до Каховського водосховища з подальшою міграцією по каскаду Дніпровських водосховищ залишаються води р. Прип'ять, то умови формування поверхневого стоку на території її водозбору, перш за все на території зони відчуження, мають вирішальний вплив на радіаційний стан вод всього Дніпровського каскаду.

У січні-червні 2011 року гідрометеорологічні умови, що склались у 30-км зоні від чуження, не призводили до ускладнень радіаційної ситуації.

По довжині Дніпровського каскаду водосховищ внаслідок процесів седиментації і розбавлення Дніпровської води більш чистими водами бокових приток вміст радіонуклідів зменшується.

У Каховському водосховищі в районі Нової Каховки у 2011 році значення концентрацій стронцію-90 і цезію-137 у середньому за півроку становили 26 та 0,40 Бк/м³ відповідно (у 2011 році аналогічні показники становили 29 та 0,43 Бк/м³).

У Дніпро-Бузькому лимані у районі Очакова вміст стронцію-90 в середньому за півроку становив 17 Бк/м³, цезію-137 - 5,2 Бк/м³ (у 2011 р аналогічні показники складала 14 та 1,8 Бк/м³ відповідно) [13, с.83].

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ

Оскільки не існує єдиного показника, що характеризував би весь комплекс характеристик води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників. Показники якості води поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До загального відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Присутність у воді специфічних показників обумовлено місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт [14, с. 121].

До основних фізичних показників якості води відносяться:

- температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C). Температура є важливою гідрологічною характеристикою водойми, показником можливого теплового забруднення. Теплове забруднення водойми відбувається зазвичай в результаті використання води для відводу надлишкового тепла і скидання води з підвищеною температурою у водойму. При тепловому забрудненні відбувається підвищення температури води у водоймі в порівнянні з природними значеннями температур в тих же точках у відповідні періоди сезону. Основні джерела промислових теплових забруднень - теплі води електростанцій (насамперед атомних) і великих промислових підприємств, що утворюються в результаті відведення тепла від нагрітих агрегатів і машин. Електростанції часто скидають у водойми воду, що має температуру на 8-12 °C більше, ніж забирається з того ж водоймища. Теплове забруднення небезпечно тим, що викликає інтенсифікацію процесів життєдіяльності і прискорення природних життєвих циклів водних організмів, зміну

швидкостей хімічних і біохімічних реакцій, які протікають у водоймі. В умовах теплового забруднення значно змінюються кисневий режим і інтенсивність процесів самоочищення водойми, змінюється інтенсивність фотосинтезу та ін. У результаті цього порушується - природний баланс водойми, складаються особливі екологічні умови, що негативно позначаються на тваринному і рослинному співтоваристві, зокрема:

- підігріта вода дезорієнтує водні організми, створює умови для виснаження харчових ресурсів;
- посилюються температурні відмінності по вертикальних верствах, особливо в холодний сезон, в протилежність тому, який складається в результаті природного розподілу температур води;
- при підвищенні температури води, зменшується концентрація розчиненого кисню, що посилює кисневий режим, особливо в зонах скидання комунально-побутових стоків;
- при підвищеній температурі багато водних організмів, зокрема риби, знаходяться в стані стресу, що знижує їх природний імунітет;
- відбувається масове розмноження синьо - зелених водоростей;
- утворюються теплові бар'єри на шляхах міграцій риби;
- зменшується видове різноманіття рослинного і тваринного «населення» водойм та ін..

Фахівці встановили [14, с. 90] :

- щоб не допустити незворотних порушень екологічної рівноваги, температура води у водоймі влітку в результаті спуску забруднених (тепліх) вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3°C у порівнянні із середньомісячною температурою самого жаркого року за останні 10 років;
- органолептичні показники. Будь-яке знайомство з властивостями води, усвідомлюємо ми це чи ні, починається з визначення органолептичних показників, тобто таких, для визначення яких ми користуємося нашими органами чуття (зором , нюхом, смаком). Органолептична оцінка приносить багато прямої і непрямой інформації про склад води і може бути проведена

швидко і без будь-яких приладів. До органолептичними характеристик відносяться кольоровість, мутність (прозорість), запах, смак і присмак;

- запах. Запах води створюється специфічними речовинами, що надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що утримуються у воді, і надходження з зовнішніх джерел. Запах води вимірюється в балах. Запах води обумовлений наявністю в ній летких речовин, які пахнуть та які потрапляють у воду природним шляхом або зі стічними водами. Практично всі органічні речовини (особливо рідкі) мають запах і передають його воді. Зазвичай запах визначають при нормальній (20 °C) і при підвищеній (60 °C) температурі води. Запах за характером поділяють на дві групи, що описує його суб'єктивно за своїми відчуттями:

1) природного походження (від живих і відмерлих організмів, від впливу ґрунтів, водної рослинності тощо);

2) штучного походження. Такі запахи зазвичай значно змінюються при обробці води.

Таблиця 2.1 – Характер та інтенсивність запаху [14, с. 95]

Природного походження	Штучного походження
Землистий	Нафтопродуктів (бензиновий)
Гнильний	
Пліснявий	Хлорний
Торф'яний	Оцтовий
Трав'янистий	Фенольний

Інтенсивність запаху оцінюють за 5-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Визначення характеру й інтенсивності запаху [14, с. 96]

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Оцінка інтенсивності запаху
Немає	Запах не відчувається	0
Дуже слабка	Запах зразу не відчувається, але виявляється при ретельному дослідженні (при нагріванні води)	1
Слабка	Запах помічається, якщо звернути на це увагу	2
Помітна	Запах легко помічається і викликає несхвальний відгук про воду	3
Чітка	Запах звертає на себе увагу і змушує утриматися від пиття	4
Дуже сильна	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5

- прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у воді в зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється в сантиметрах;

- каламутність. Каламутність води обумовлена змістом зважених у воді дрібнодисперсних домішок - нерозчинних або колоїдних частинок різного походження. Каламутність води обумовлює і деякі інші характеристики води - такі як:

- наявність осаду, який може бути відсутнім, бути незначним, помітним, великим, дуже великим, сягаючи в міліметрах;

- завислі речовини, або грубодисперсні домішки - визначаються гравіметрично після фільтрування проби, по приросту ваги висушеного фільтра. Цей показник зазвичай малоінформативний і має значення, головним чином, для стічних вод;

- кольоровість. Кольоровість води обумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, що визначають забарвлення води, надходять у воду унаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньо водоймових продукційних процесів, з підземним стоком, з антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Кольоровість виміряється в градусах. Кольоровість - природна властивість природної води, обумовлене присутністю гумінових речовин і комплексних сполук заліза. Кольоровість води може визначатися властивостями і структурою дна водойми, характером водної рослинності, прилеглих до водойми ґрунтів, наявністю в басейні болот і торфовищ та ін. Кольоровість води визначається візуально або фотометричним, порівнюючи забарвлення проби з забарвленням умовної 100 - градусної шкали кольоровості води. Для води поверхневих водойм цей показник допускається не більше 20 градусів за шкалою кольоровості;

- вміст зважених речовин. Джерелами зважених речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, збівтування донних відкладень, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Зважені речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, приводять до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст зважених речовин виміряється в мг/дм³;

- бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс - кількість кишкових паличок в одному літрі води; колі-титр - кількість води в мілілітрах, у якому може бути виявлена одна кишкова паличка; чисельність лактозопозитивних кишкових паличок; чисельність коліфагів;

- гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за тваринними організмами і рослинністю водойм. Зміна видового складу

водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Існує кілька підходів до гідробіологічної оцінки якості води [14, с. 98-101].

Оцінка якості води за рівнем сапробності. Сапробність - це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) у залежності від вмісту органічних речовин підрозділяють на полісапробні, α -мезосапробні, β -мезо-сапробні й олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів-сапробіонтів. На основі індикаторної значимості організмів і їх кількості обчислюють індекс сапробності, по якому визначається рівень сапробності [14, с.232-234].

Оцінка якості води за видовою розмаїтістю організмів. Зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів видова розмаїтість, як правило, знижується. Тому зміна видової розмаїтості є показником зміни якості води. Оцінку видової розмаїтості здійснюють на основі індексів розмаїтості (індекси Маргалефа, Шеннона й ін.) [15, с.195].

Оцінка якості води за функціональними характеристиками водного об'єкта. У цьому випадку про якість води судять по величині первинної продукції, інтенсивності деструкції і деяких інших показників.

Фізичні, бактеріологічні і гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води [16, с.98].

Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних показників якості води відносять:

- розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і поталі води, що, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів

і окислювання органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті;

- хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість кисню, необхідного для хімічного окислювання води, що міститься в одиниці об'єму, органічних і мінеральних речовин. При визначенні ХСК у воду додається окислювач - біхромат калію. Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води речовинами, що окисляються, але не дає інформації про склад забруднення. Тому ХСК відносять до узагальнених показників;

- біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, затрачувана на біохімічне окислювання, що міститься в одиниці об'єму води органічних речовин за визначений період часу. В Україні на практиці БСК оцінюють за п'ять діб ($БСК_5$) і двадцять доби ($БСК_{20}$). $БСК_{20}$ звичайно трактують як повне БСК ($БСК_{повн}$), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК також відноситься до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води легкоокислюваних органічними речовинами;

- водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій вугільної кислоти і її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, що є присутнім у кислих ґрунтах і, особливо, у болотних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання продукційних процесів. Водневий показник (рН) являє собою негативний логарифм концентрації водневих іонів в розчині. Для всього живого у воді (за винятком деяких кислотостійких бактерій) мінімально можлива величина $рН = 5$. Дощ, що має $рН < 5,5$, вважається кислотним дощем. У питній воді допускається рН від 6,0 до 9,0. У воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування - 6,5-8,5. Величина рН природної води визначається, як правило, співвідношенням концентрацій гідрокарбонат - аніонів і вільного CO_2 .

Знижене значення рН характерно для болотних вод за рахунок підвищеного вмісту гумінових та інших природних кислот. Вимірювання рН при контролі якості природної і питної води проводиться практично повсюдно;

- азот. Азот може знаходитися в природних водах у вигляді вільних молекул N_2 і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або зваженому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньоводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот відноситься до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів;

- фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в зваженому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньоводоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту круговорот фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор найбільше часто виявляється тим лімітуючим біогенним елементом, вміст якого визначає характер продукційних процесів у водних об'єктах;

- мінеральний склад. Мінеральний склад визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. З погляду впливу на людину і гідробіоти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води. Мінеральний склад води цікавий тим, що відображає результат взаємодії води як фізичної фази і середовища життя з іншими фазами (середовищами): твердою, тобто

береговими, а також ґрунтоутворюючими мінералами і породами; газоподібної (з повітряним середовищем), з вологою яка міститься в ній і мінеральними компонентами. Крім того, мінеральний склад води обумовлений цілою низкою фізико - хімічних і фізичних процесів, що протікають в різних середовищах - розчинення і кристалізації, пептизації і коагуляції, седиментації, випаровування і конденсації та ін. Значний вплив на мінеральний склад води поверхневих водойм надають процеси, які протікають в атмосфері і в інших середовищах за участю сполук азоту, вуглецю, кисню, сірки та ін. Розчиненні у воді мінеральні солі оказують різний внесок в загальний солевміст, який може бути розрахований підсумовуванням концентрацій кожної з солей. Прісною вважається вода, що має загальний солевміст не більше 1 г/дм³. Можна виділити дві групи мінеральних солей, які зазвичай зустрічаються в природних водах [17, с.134; 18, с. 305].

Як видно з табл. 2.3, основний внесок в мінеральний склад вносять солі 1 - ї групи, і утворюють так звані «головні іони». До них відносяться хлориди, карбонати, гідрокарбонати, сульфати. Відповідними катіонами для названих аніонів є калій, натрій, кальцій, магній. Солі 2-ї групи також необхідно враховувати при оцінці якості води, тому що на кожен з них встановлено значення ГДК, хоча вони вносять незначний внесок у солевміст природних вод.

До специфічних показників якості води, які зустрічаються найбільш часто, відносяться [19, с. 3-41]:

- феноли. Вміст фенолів у воді, поряд з надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли впливають на гідробіонти і погіршують органолептичні властивості води;

- нафтопродукти. До нафтопродуктів відносяться паливо, олії, бітуми і деякі інші продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів.

Джерелами надходження нафтопродуктів є витіки при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів.

Таблиця 2.3 - Основні компоненти мінерального складу води [22, с. 3-41]

Компонент мінерального складу води	Гранично-допустима концентрація (ГДК)
ГРУПА 1	
1. Катіони:	
Кальцій (Ca^{2+})	200 мг/дм ³
Натрій (Na^{+})	200 мг/ дм ³
Магній (Mg^{2+})	100 мг/ дм ³
2. Аніони:	
Гідрокарбонат (HCO_3^{-})	1000 мг/ дм ³
Сульфат (SO_4^{2-})	500 мг/ дм ³
Хлорид (Cl^{-})	350 мг/ дм ³
Карбонат (CO_3^{2-})	100 мг/ дм ³
ГРУПА 2	
1. Катіони:	
Амоній (NH_4^{+})	2,5 мг/ дм ³
Важкі метали	0,001 моль/ дм ³
Залізо загальне (сума Fe_2^{+} і Fe_3^{+})	0,3 мг/ дм ³
2. Аніони:	
Нітрат (NO_3^{-})	45 мг/ дм ³
Ортофосфат (PO_4^{3-})	3,5 мг/ дм ³
Нітрит (NO_2^{-})	0,1 мг/ дм ³

може виділятися в результаті внутрішньо-водоймових процесів. Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи;

- ПАР і СПАР. До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості поверхнево-активних речовин, що попадають у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоймових процесів,

погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються;

- пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно. Важкі метали. До числа найбільш розповсюджених важких металів відносяться свинець, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Серед нормативів якості води встановлюються лімітуючі показники шкідливості - органолептичні, санітарно - токсикологічні чи загально-санітарні. Лімітуючий показник шкідливості - це ознака, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді. До органолептичних лімітуючих показників відносяться ті, невідповідність нормативам для яких викликають незадовільну органолептичну оцінку (за смаком, запахом, кольором) при концентраціях, що знаходяться в межах допустимих значень. До органолептичних лімітуючих показників відносять також ГДК для забарвлення яких мають сполуки хрому (VI) і хрому (III); мають запах і характерний присмак гасу і хлорофосу. Лімітовані загально-санітарні показники встановлюються у вигляді нормативів для відносно малотоксичних і нетоксичних сполук - наприклад, оцтової кислоти, ацетону, дибутилфталата і т.п. Для інших шкідливих речовин встановлені лімітуючі санітарно - токсикологічні показники шкідливості [19, с. 3-41].

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Об'єктом нашого дослідження є Каховське водосховище. Головним мотивом у виборі об'єкта дослідження були особливості географічного положення.

Якість поверхневих вод, відповідає вимогам, які пред'являються до водних об'єктів рибогосподарського призначення.

3.1 Оцінка якісного та кількісного стану вод Каховського водосховища

Якістю води називають характеристику її складу і властивостей, яка визначає придатність цієї води для конкретних видів водокористування [17, с. 123].

Якість природних вод, тобто ступінь їхньої придатності для практичного використання, переважно визначається складом і кількістю розчинених і завислих речовин, мікроорганізмів і гідробіонтів. У подальшому розглядатимемо питання, пов'язані з оцінкою якості вод за гідрохімічними показниками, які визначають під час проведення регулярних моніторингових спостережень [20, с. 27].

Оцінка якісного та кількісного стану природних вод передбачає визначення низки гідрохімічних показників. Найчастіше визначають такі показники: рівень рН, лужність, твердість, вміст хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, калію, натрію, мінералізація, завислі речовини, іони амонію, вміст нітратів, нітритів, фосфатів, окислюваність, БСК₅, ХСК, концентрація заліза загального, синтетичні поверхнево активні речовини, нафтопродуктів. Іноді визначають концентрацію специфічних показників токсичної дії. Найпоширенішим методом оцінки якості вод є порівняння перелічених гідрохімічних показників із нормами гранично – допустимої концентрації.

Обробка й систематизація даних за період з 2008 по 2011 роки хімічного аналізу води Каховського водосховища у 11 створах (м.Запоріжжя 0.5 км нижче міста 0.5 ш, 8 км нижче міста 0.5 ш, с.Малоекатеринівка 15.5 км нижче м.Запоріжжя, м.Нікополь 12 км вище міста 0.5 ш, 11 км вище міста 0.5 ш, 1 км вище міста, 11 км нижче міста 0.1 ш, 11 км нижче міста 0.5 ш, 11 км нижче міста 0.9 ш, с. Велика лепетиха у черті села 0.05 ш, 2 км нижче міста Берислав) свідчить, що за період спостережень загальна мінералізація води змінювалась від 347 мг/дм³ до 382 мг/дм³ (2011 р. – прісна гіпогалинна). При цьому, найменше та найбільше значення мінералізації води припадає на зимову межень. Середньоарифметичне значення за весь період досліджень становить 360 мг/дм³.

Зміна мінералізації води водосховища в значній мірі залежить від гідрологічного режиму. Збільшення мінералізації відбувається при зменшенні витрат і навпаки.

Таблиця 3.1 - Середні показники забруднення поверхневих вод Каховського водосховища за результатами даних спостережень 2010-2011 рр.

Середні показники	Місця відбору проб (2010-2011 р.р.)					Значення ГДК	
	Берислав 2 км нижче міста	Нова Каховка в межах міста	Нова Каховка 1 км нижче міста	Херсон в межах міста	Херсон 1 км вище міста	культурно - побутове	рибо- госпо- дарське
Мінералізація мг-екв/дм ³	347-382	352-373	363-379	360	368	1000	1000
Завислі речовини, мг/дм ³	2,00-2,30	2,00-2,10	2,20-2,30	2,20	2,10	фон+0,75	25
Прозорість, м	2,6-2,2	2,4-2,3	2,5-1,8	1,3	1,3	-	
pH	8,00-8,00	8,00-8,05	8,05-8,05	8,05	8,05	6,5-8,5	6,5-8,5

Продовження таблиці 3.1

Сульфати, мг/дм	51,1-53,3	51,9-53,1	52,0-52,9	53,1	54,2	500	100
Хлориди, мг/дм ³	49,4-49,1	47,7-49,6	48,4-50,4	47,4	48,8	350	300
Гідрокарбо нати,мг/дм ³	167-176	168-171	171-174	168	173	-	-
Кальцій, мг/дм	51,3- 50,6	50,9- 50,3	50,9- 49,9	50,0	49,5	-	-
Розчинний кисень, мгО/дм ³	8,08-8,05	8,40-8,73	8,40-8,40	8,40	8,40	4,0	4,0
% насичення	80-78	91-92	87-87	89	87	-	-
Біхроматна окислюва ність, мгО/дм ³	30,7-23,5	26,2- 23,0	28,8-25,0	28,8- 25,4	29,8- 26,9	30	62,5
БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	2,60-2,58	2,91-2,89	2,82-2,91	2,91- 2,90	2,91- 2,60	4,5	3,0
Феноли, мг/дм ³	0,001	0,001- 0,002	0,001- 0,001	0,001- 0,001	0,002- 0,001	0,001	0,001
Нафтопро- дукти, мг/дм ³	0,01- 0,01	0,02-0,01	0,02-0,01	0,02- 0,01	0,02- 0,02	0,3	0,05
СПАР, мг/дм ³	0,01- 0,01	0,01-0,01	0,01-0,02	0,01- 0,01	0,01- 0,01	0,5	0,028
Азот амонійний, мг N/дм ³	0,34-0,33	0,34-0,35	0,34-0,34	0,33- 0,33	0,34- 0,34	2,0	0,5-1,0
Азот нітритний, мг N/дм ³	0,012	0,013- 0,012	0,013- 0,012	0,012- 0,011	0,011- 0,011	3,3	0,024
Азот нітратний, мг N/дм ³	0,34-0,34	0,34-0,34	0,35-0,34	0,34- 0,33	0,35- 0,34	45	9,1

Продовження таблиці 3.1

Фосфор (загальний), мг/дм ³	0,374- 0,270	0,348- 0,284	0,354- 0,288	0,336- 0,268	0,348- 0,270	-	-
Мідь, мкг/дм	-	-	-	2,8-1,6	3,2-1,6	1000	0,001
Цинк, мкг/дм	-	-	-	17-9	13-11	1000	0,01
Залізо (загальне), мг/дм ³	-	-	-	0,19- 0,05	0,16- 0,04	0,3	0,1
Марганець, мкг/дм ³	-	-	-	11-18	8-9	0,1	0,01
Хром, мг/дм ³	0,002- 0,003	0,002- 0,003	0,002- 0,002	0,002- 0,003	0,002- 0,003	0,05	0,001

ГДК для водойм культурно-побутового та рибогосподарського призначення визначається наступними нормативними документами:

- СанПіН 4630-88;
- Гранично-допустимі концентрації (ГДК) і орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин для води рибогосподарських водойм, М., 1990 р.;
- Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо ГДК органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України № 471 від 30.07.2012 р.

За середньоарифметичним ступенем мінералізації вода водосховища в 2008-2011 рр. відноситься до до прісних гіпогалінних 1 категорії якості за мінералізацією. Вміст переважаючого аніону гідрокарбонату у воді за цей період змінювався від 167,0 мг/дм³ (2008) до 176 мг/дм³ (2011 р.), тобто мінімальне та максимальне значення практично однакові. Ряд інших максимальних значень вмісту гідрокарбонатів у воді водосховища припадає

на зимову межень – 174 мг/дм³ (2010 та 2011 рр.), а мінімальних – на весняну повіднь та літню межень - 169 мг/дм³ (2008 р.), 168 мг/дм³ (2009 р.).

Вміст сульфатів у воді Каховського водосховища змінювався від 51,1 мг/дм³ (2009 р.) до 53,3 мг/дм³ (2011 р.). Середньоарифметичні значення вмісту у воді SO₄²⁻ становили 52,7 мг/дм³ – за весь період досліджень.

За вмістом сульфатів вода Каховського водосховища у всі часи належала до II класу якості та 2 категорії якості.

Вміст хлоридів у воді водосховища майже не змінювався за весь період досліджень та складав в середньому 49,2 мг/дм³. Перевищень ГДК за вмістом хлоридів у воді для водойм господарсько-питного й рибогосподарського призначення не зафіксовано. За середнім вмістом хлоридів вода Каховського водосховища в 2008-2011 рр. відносилася до II класу якості та 3 категорії якості.

Вміст переважаючого катіона – кальцію змінювався від 49,5 мг/дм³ (2011 р.) до 51,3 мг/дм³ (2010 р.). Середня величина вмісту кальцію у воді – 50,5 мг/дм³. Загалом вивчення даних вмісту Ca²⁺ показує, що вміст кальцію в водах водосховища практично не змінювався. Вміст Ca²⁺ у воді водосховища, як і інших катіонів, найбільший у зимову межень, найменший – у весняну повіднь. Вміст катіонів магнію та натрію змінювався відповідно з 4,9 мг/дм³ (2009) до 5,7 мг/дм³ (2011 р.). Середньоарифметичні значення за весь період досліджень становлять 5,3 мг/дм³.

3.2 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками

За еколого-санітарними показниками вода Каховського водосховища характеризується наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 2,0 мг/дм³ (2009 р.) до 2,3 (2011 р.) мг/дм³ (табл. 3.24), що відповідало 1 категорії якості. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 1 категорії якості – дуже чистих.

У воді водосховища вміст кисню коливався від 8,05 (2009) до 8,73 (2011) $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. Тобто, за цим показником води у різні періоди досліджень відносилися до дуже чистих.

Перманганатна окиснюваність відображає, в основному, кількісні показники легко окиснюваних органічних речовин а також, частково, гумусних сполук. Біхроматом окиснюються як легко-, так і важкоокиснювані органічні речовини. Зіставлення цих методів дає уявлення про якісний склад органічних речовин у природних водах.

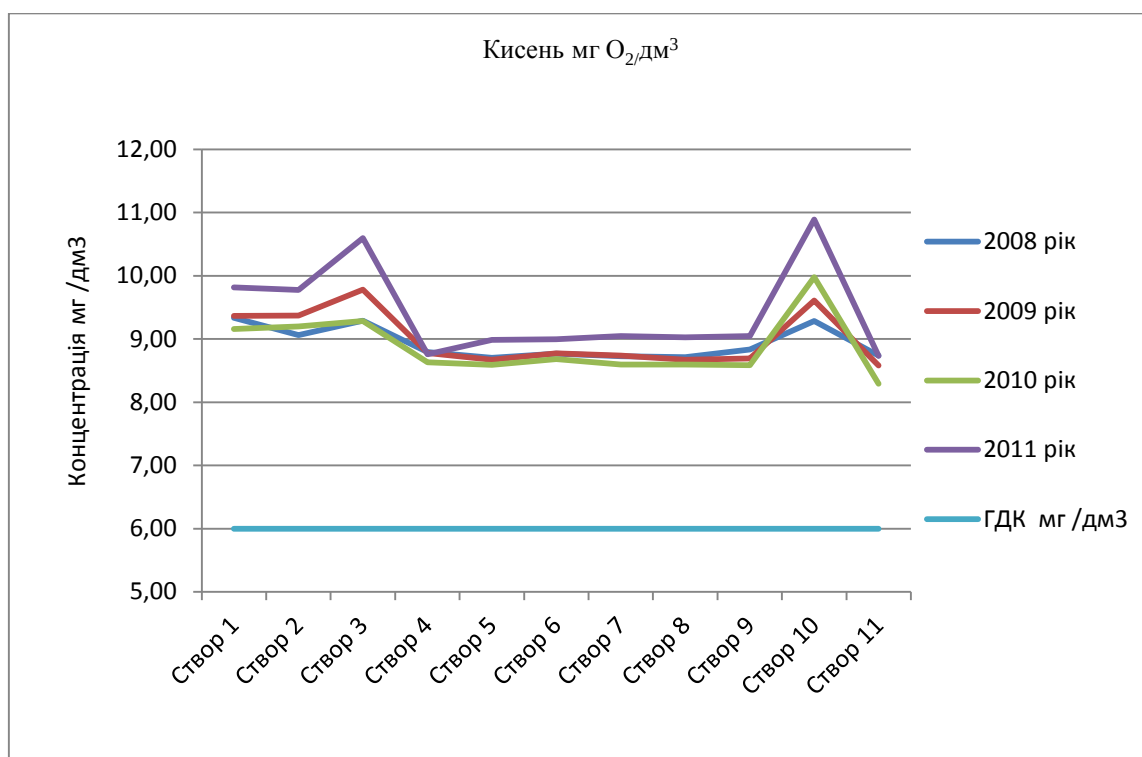


Рис. 3.1 Зміна показників розчиненого кисню у водах Каховського водосховища на протязі 2008-2011 рр.

Біохімічне споживання кисню протягом 5 діб у воді Каховського водосховища становило 2,58 (2008 р.) – 2,91 (2011) $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ (табл. 3.13-3.23), що відповідало 4 категорії якості (слабко забруднена органічними речовинами).

Кругообіг азоту у біосфері, в тому числі і гідросфері, включає чотири основні процеси:

- азотфіксацію – біологічне засвоєння молекулярного азоту повітря;
- амоніфікацію – розклад (за участю мікроорганізмів) азотовмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот, сечовини тощо) до утворення вільного аміаку (NH_3);

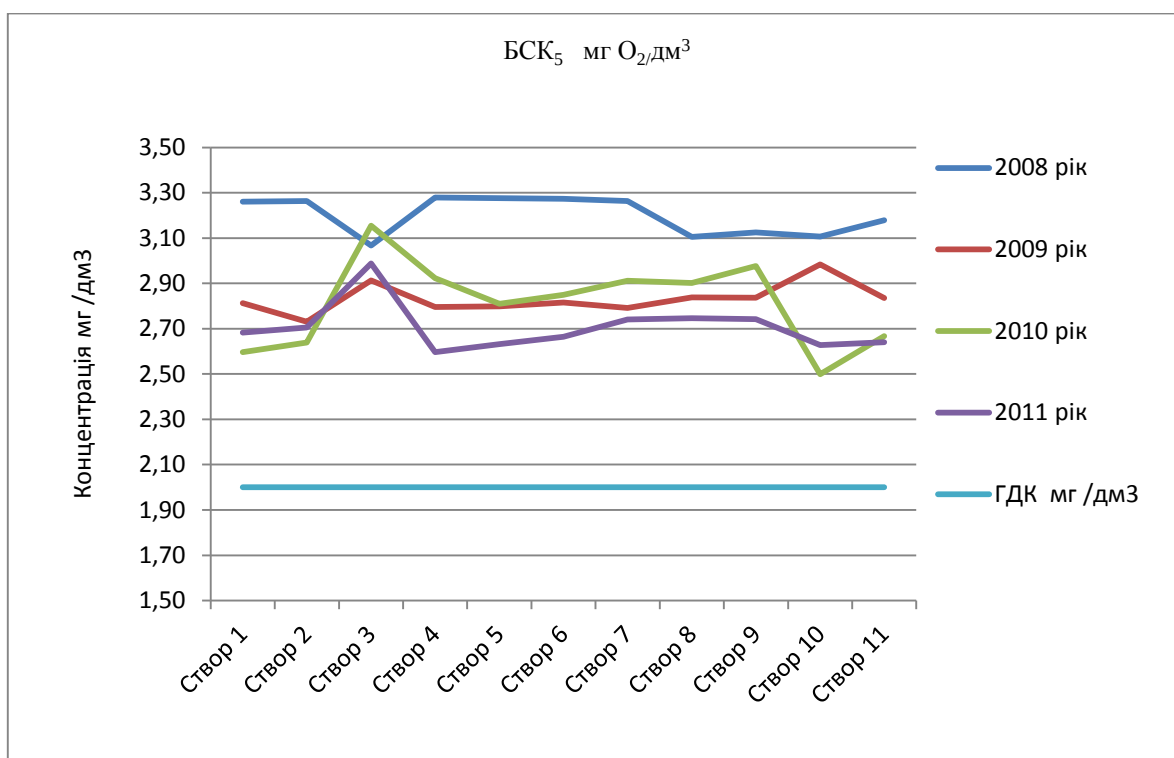


Рис. 3.2 Зміна показників БСК₅ у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр.

- нітрифікацію – окиснення аміаку і утворення нітритів (NO_2), нітратів (NO_3) та азотної кислоти (HNO_3);
- денітрифікацію – мікробіологічне відновлення окиснених сполук азоту (NO_2 , NO_3) до газоподібного азоту (N_2).

Процесом денітрифікації цикл кругообігу азоту завершується. На цій стадії частина азоту у вільному стані переходить в атмосферу. Денітрифікація запобігає надмірному накопиченню оксидів азоту, які можуть

бути токсичними для гідробіонтів, у донному ґрунті і воді [21, с.23]. Атмосферного N_2 та надходженням з водозбірної площі легкорозчинних у воді мінеральних форм азоту – нітратних (NO_3^-), нітритних (NO_2) та амонійних (NH_3) іонів. Крім того у водойми можуть надходити органічні сполуки алохтонного і автохтонного походження, які містять у своєму складі азот. При деструкції органічних речовин відбувається гідроліз білків до більш дрібних молекул, які можуть дифундувати через оболонку клітин, де вони розкладаються з виділенням аміаку [21, с. 25].

Більшість організмів гідросфери засвоюють азот тільки у формі амонійних солей, нітратів або деяких низькомолекулярних органічних сполук (наприклад, амінокислот). У зв'язку з цим фіксацію азоту, тобто перетворення газоподібного азоту у нітрати, які засвоюються водяними організмами, за важливістю можна порівняти з фотосинтезом. Саме ці два процеси визначають існування різних форм життя на Землі.

У метаболічні реакції азот включається у молекулярній або нітратній формі. Як у процесах азотфіксації, так і асиміляції азоту з нітратів кінцевим продуктом реакції є утворення амінокислот та приєднання їх до різних молекул-акцепторів. На цьому завершується цикл утворення білків та їх похідних.

Як один з найбільш важливих біогенних елементів азот (переважно у формі нітратів) істотно впливає на біологічну продуктивність водних екосистем. В оптимальних концентраціях він обумовлює підвищену продукцію фітопланктону, фітобентосу, вищих водяних рослин. Дефіцит мінерального азоту призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин. В той же час надмірне надходження сполук азоту часто є причиною забруднення водойм та їх евтрофікації [22, с. 163].

Вміст різних форм азоту у водах Каховського водосховища є наступним. Концентрація амонійного азоту у водах змінювалася від 0,33 (2008 р.) до 0,35 (2011 р.) мгN/дм³. За середньоарифметичними даними води

Каховського водосховища у всі періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості –помірно забруднені.

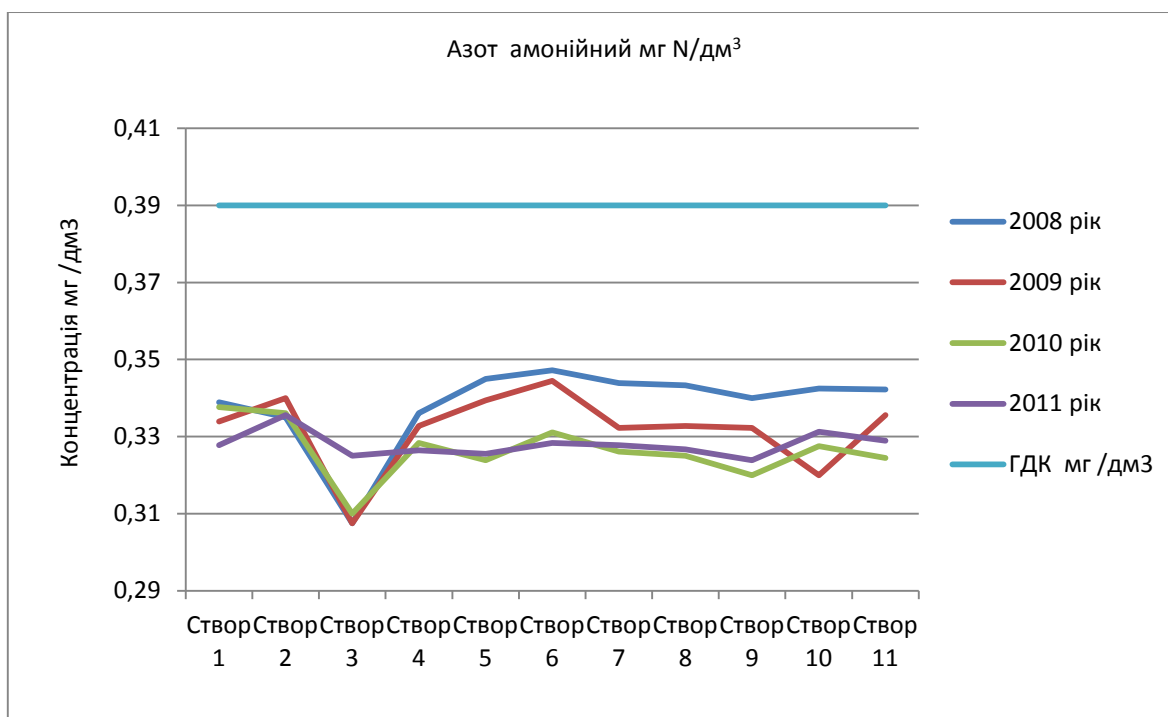


Рис. 3.3 Зміна показників азоту амонійного у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр.

Вміст нітритного азоту коливався від 0,011 (2011 р.) до 0,013 (2008 р.) мгN/дм³(рис. 3.4). Концентрація нітратного азоту змінювалася від 0,33 (2011) до 0,35 (2008 р.) мгN/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту нітратного азоту води Каховського водосховища у 2010-2011 рр. також відносилася до 3 категорії помірно забруднена.

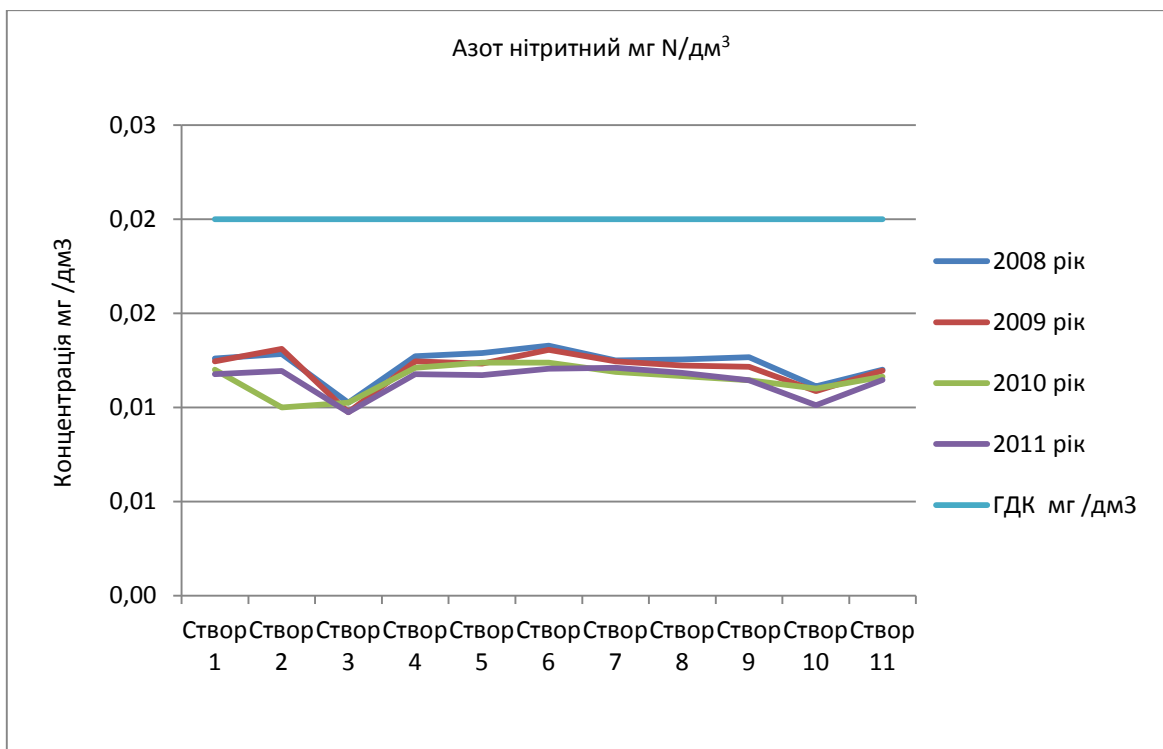


Рис. 3.4 Зміна показників азоту нітратного у водах Каховського водосховища на протязі 2010-2011 рр.

На вміст фосфору у воді впливають різні чинники, зокрема, сезонні зміни температури, освітлення, кількість дощових і снігових опадів. Так, у літні, найбільш теплі дні, коли посилюється засвоєння фосфору фітопланктоном і водяними тваринами, його вміст у воді спадає, а взимку, коли відбувається масове відмирання і розпад гідробіонтів – зростає. Під час весняної повені, коли вимиваються фосфати з водозбірної площі, їх концентрація у воді водойм також збільшується.

Концентрація мінерального фосфору у водах Каховського водосховища змінювалася від 0,27 (2009 р.) до 0,37 (2011 р.) мгP/дм³. Починаючи з 2008 р. вміст фосфору у всіх пробах вод водосховища відноситься до 6-7 категорії якості, тобто вода є дуже забрудненої.

3.3 Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії

Вміст у природній воді нафтопродуктів, фенолів, СПАР, фторидів, ціанідів, пестицидів, важких металів та радіоактивності відноситься до специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Вміст нафтопродуктів у водах Каховського водосховища змінювався від 0,05(2009 р) до 0,02 (2010,2011р.) мг/дм³ (табл. 3.24- 3.34, рис 3.5).

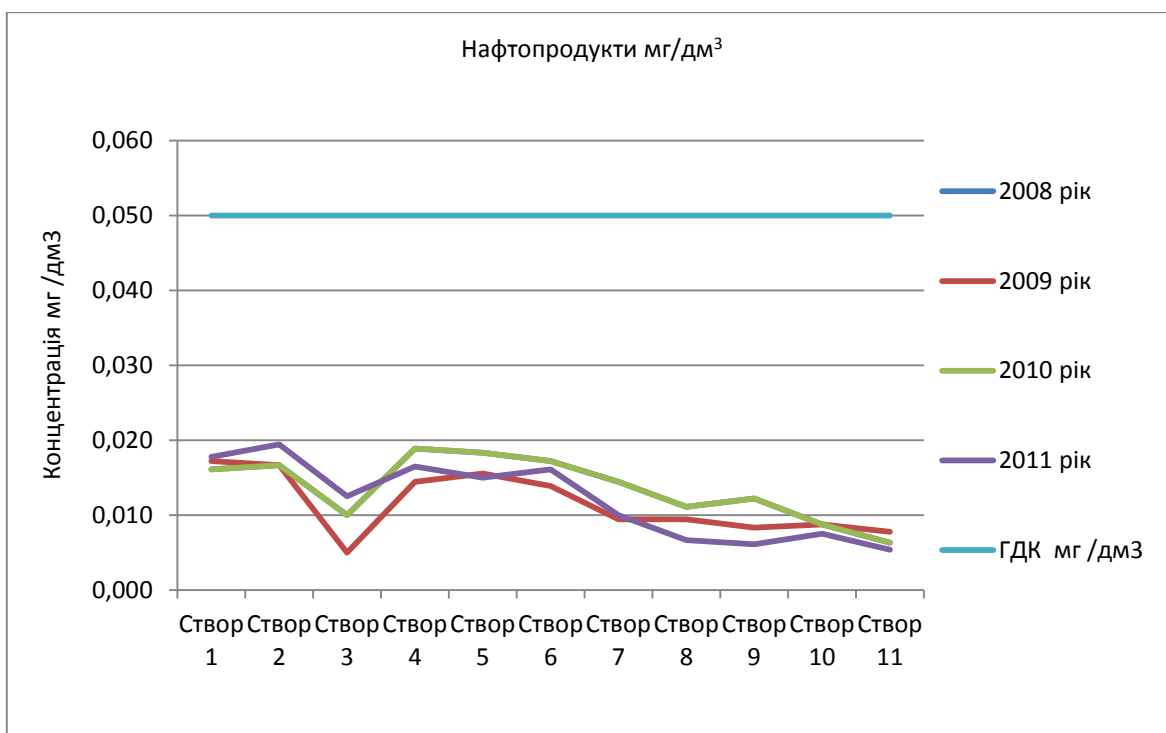


Рис. 3.5 Зміна вмісту нафтопродуктів у водах Каховського водосховища на протязі 2008-2011 рр.

Отже, забруднення вод Каховського водосховища нафтопродуктами є поодиноким і невисоким. Після 2008 р. вміст нафтопродуктів не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

За середньоарифметичним вмістом нафтопродуктів води Каховського водосховища відносяться до категорії дуже чисті, а середній вміст нафтопродуктів не перевищував 0,02 мг/дм³. Забруднення вод СПАР змінювалося від 0,01 до 0,02 мг/дм³.

При цьому не виявлено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення ($0,2 \text{ мг/дм}^3$). Води Каховського водосховища за середньоарифметичними значеннями СПАР у 2008-2011 рр відносилися до 1 категорії якості (дуже чисті). У 2008-2011 рр. якість вод Каховського водосховища за вмістом фенолів оцінена як дуже чиста (рис.3.6)

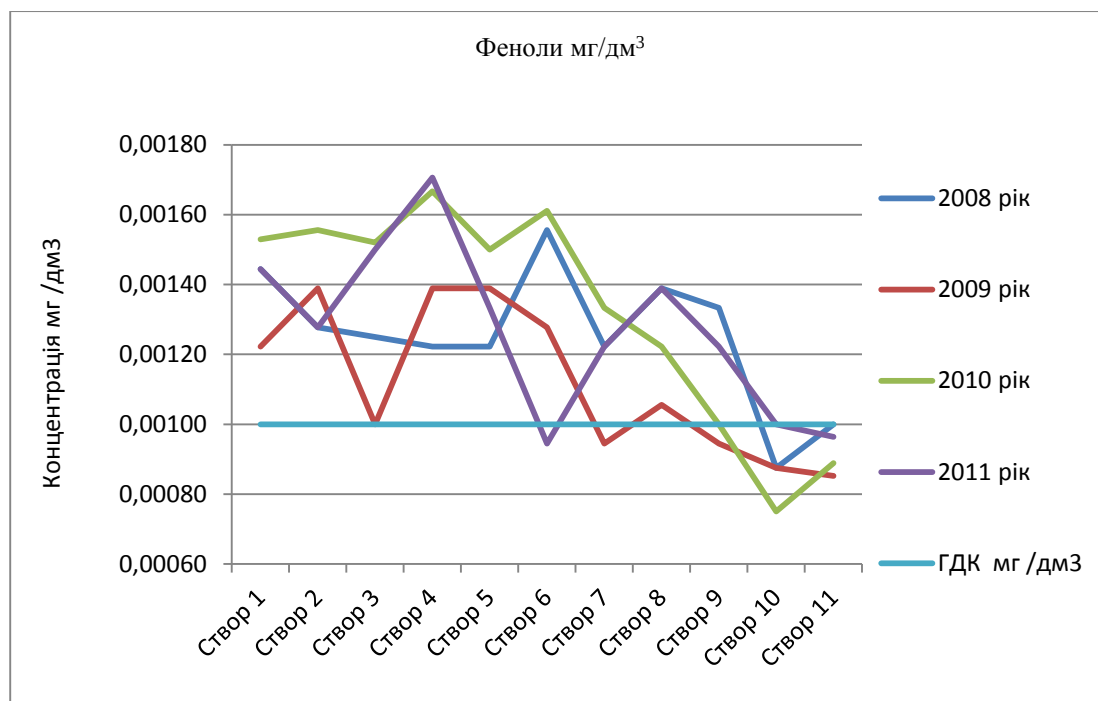


Рис. 3.6 Зміна показників фенолу у водах Каховського водосховища протягом 2008-2011 рр.

Вміст заліза у водах Каховського водосховища низький і змінюється у межах від $0,04$ (2010 р.) до $0,19$ (2011 р.) мг/дм^3 . Води мали вміст заліза, який в деяких випадках перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення ($0,1 \text{ мг/дм}^3$). За середньоарифметичним вмістом заліза води Каховського водосховища у всі періоди досліджень відносилися до 1 категорії якості – дуже чиста.

Концентрації цинку у водах Каховського водосховища змінювались від $0,009$ до $0,017$ (2010 р.) мг/дм^3 . За середньоарифметичними значеннями

вмісту цинку води Каховського водосховища характеризували у 2008-2011 рр. як дуже чисту (перша категорія якості).

Вміст міді у водах Каховського водосховища коливався в межах від 0,0016 до 0,0032 (2010 р.) мг/дм³. Води мали вміст міді, який перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм³). Середньоарифметичні значення вмісту міді у водах Каховського водосховища свідчать про те, що у 2008-2011 рр. води Каховського водосховища відносились до 1 категорія якості .

Вміст марганцю у водах Каховського водосховища змінювався від 0,008 (2008 р.) до 0,009 (2011 р.) мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту марганцю води Каховського водосховища у 2008-2011 рр. відносилася до 1 категорії якості (дуже чиста).

Вміст загального хрому у водах Каховського водосховища змінювався від 0,002 до 0,003 (2010 р.) мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту хрому води Каховського водосховища у 2008-2011 рр. відносилася до 1 категорії якості.

Підвищений вміст пестицидів був виявлений у пробах, відібраних у водосховищі в 2008-2011 рр. Аналіз даних про якість вод Каховського водосховища свідчить про те, що в основному вона забруднена хлорорганічними пестицидами: ДДТ, його метаболітами й ізомерами ГХЦГ.

Вміст таких гербіцидів як трефлан, харнес, а також синтетичних пиретроїдів (карате) у пробах води в період дослідження водосховища знаходився на рівні нижче межі виявлення, передбаченого стандартними методиками. Результати аналізів донних відкладів свідчать про те, що хлорорганічні пестициди містилися в них на рівні глобального розсіювання їх у біосфері.

3.4 Оцінка якості води Каховського водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ)

3.4.1 Методика розрахунку ІЗВ

До категорії найбільш часто використовуваних методик для оцінки якості води водних об'єктів можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води. Ця методика є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води та дозволяє у короткий термін проводити оцінку якості поверхневих водоймищ. Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (ІЗВ) була рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету. Гідрохімічний індекс забрудненості води є комплексним показником якості води.

Сутність цієї методики полягає у розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості.

До першого класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод другого класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

За результатами аналізу стану води розраховано індекси забрудненості води (ІЗВ) згідно з [23, с.108].

За даними спостережень за період 2008-2011 року було розраховано ІЗВ по таким домішкам як: розчинений кисень, БСК₅, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний.

Визначення індексу забруднення вод вважається найбільш доступним методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів, який базується на показниках хімічного складу води.

Розрахунок індексу забруднення можна провести лише за наявності певної кількості інгредієнтів (не менше чотирьох). Розрахунок виконують за формулою [23, с. 110]:

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (3.1)$$

де ІЗВ – індекс забруднення вод; ГДК_i – гранично допустима концентрація хімічного компонента; С_i – фактична концентрація хімічного компонента; n – кількість інгредієнтів.

Для поверхневих вод кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою 5, незалежно від того, перевищують води ГДК чи ні, але обов'язково включали розчинений кисень та БСК₅. В цілому показники вибираються незалежно від лімітної ознаки шкідливості, при рівних концентраціях показників перевага надається речовинам, які мають токсикологічну ознаку шкідливості.

Протягом досліджуваного періоду загальний рівень забруднення за середніми значеннями індексу забруднення постійний і коливається в межах від «дуже чиста» (І клас якості води) до «чиста» (ІІ клас якості води).

Проведена екологічна оцінка якості вод дала змогу оцінити ситуацію, що склалася в досліджуваному водному об'єкті, і класифікувати її за ступенем придатності для основних видів водоспоживання (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 Критерії оцінки якості вод за ІЗВ [23]

Клас якості води	Текстовий опис	Величина ІЗВ
Для поверхневих вод		
I	Дуже чиста	0,3
II	Чиста	0,3-1
III	Помірно забруднена	1-2,5
IV	Забруднена	2,5-4
V	Брудна	4-6
VI	Дуже брудна	6-10
VII	Надзвичайно брудна	10

Для розрахунку використовувались ГДК для рибогосподарських потреб, які вказані в табл 3.3 [23].

Таблиця 3.3 - Значення ГДК для окремих елементів

Речовина	Водні об'єкти рибогосподарського використання, мг/дм ³
БСК ₅	2
Розчинений кисень	не менше 6
Нафтопродукти	0,05
Феноли	0,001
Азон амонійний	0,39
Азот нітритний	0,02

3.4.2 Розрахункова частина

Для дослідженого об'єкта за формулою (3.1) розраховані ІЗВ. При дослідженні було використано показники вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі, які представлені, а саме розчинений кисень, БСК₅, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний.

Таким чином, можливо зробити висновок, що протягом чотирьох років практично не спостерігались перевищення значень досліджуваних показників.

На основі отриманих даних були побудовані гістограми зміни концентрацій забруднюючих речовин для кожного року на 11 створах. Гістограми представлені на рис 3.7-3.10.

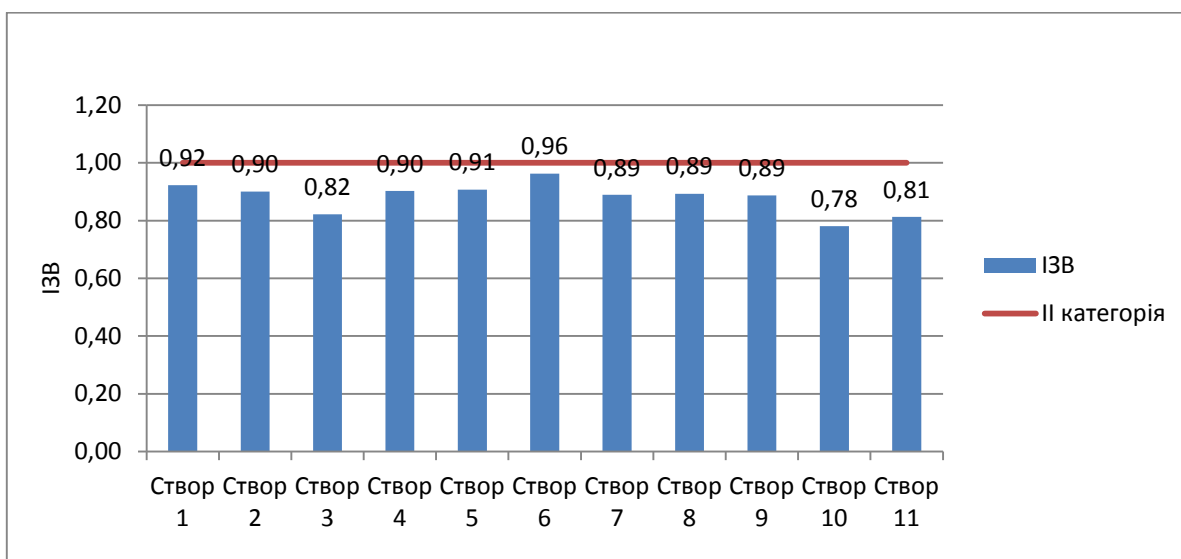


Рис 3.7- Зміна ІЗВ протягом 2008 року

На рис 3.7 представлені значення показника ІЗВ, які були розраховані на кожному з 11 створів спостережень за даними 2008 року. Аналіз показує, що значення ІЗВ на різних створах знаходиться в діапазоні від 0,78 (створ 10) до 0,96 (створ 6). Усі значення знаходяться в діапазоні від 0,3-1, що дозволяє віднести якість води на кожному з 11 створів до II категорії (вода чиста).

На рис 3.8 представлений аналогічний графік за 2009 рік.

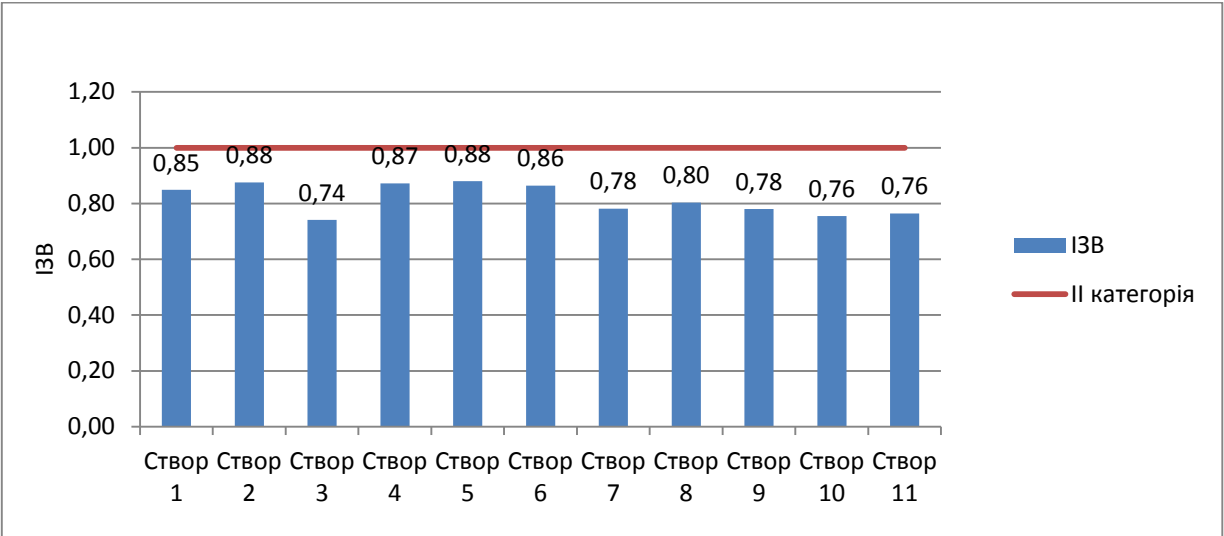


Рис 3.8- Зміна ІЗВ протягом 2009 року

Аналіз показує, що значення ІЗВ на 11 створах знаходяться в діапазоні від 0,74 (створ 3) до 0,88 (створи 2 та 5). Усі значення знаходяться в діапазоні від 0,3-1 що дозволяє віднести якість води на кожному з 11 постів до II категорії (вода чиста).

На рис 3.9 представлені значення ІЗВ на 11 створах спостережень за якістю води з урахуванням даних за 2010 рік.

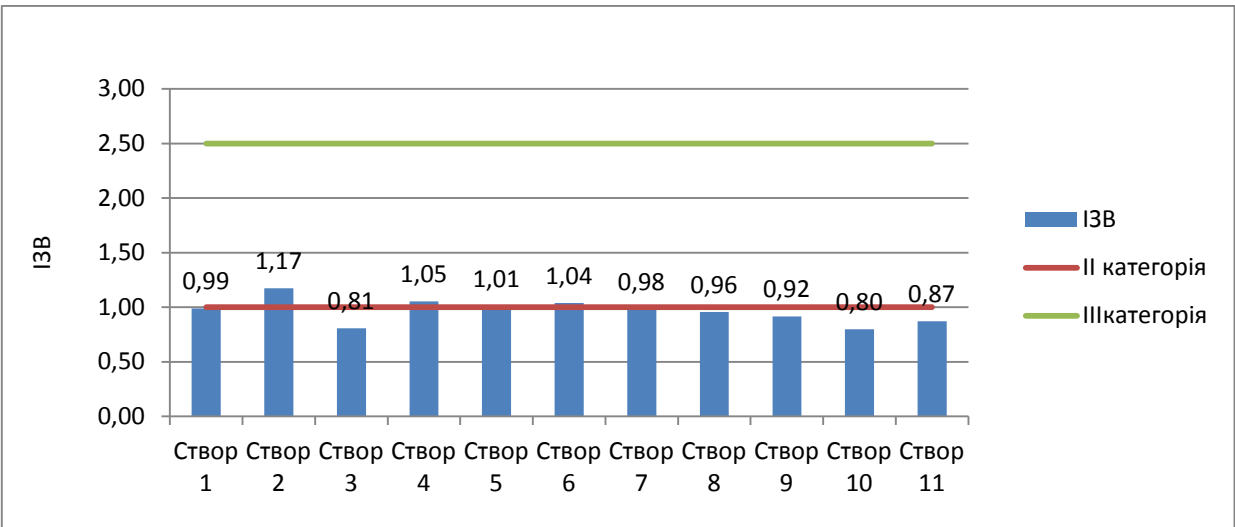


Рис 3.9 - Зміна ІЗВ протягом 2010 року

Аналіз цього графіка показує, що значення ІЗВ знаходяться в діапазоні від 0,80 (створ 10) до 1,17 (створ 2). Значення на створах знаходяться в діапазоні 0,3-1, що дозволяє віднести якість води на створах 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11 до II категорії (вода чиста), а якість води на створах 2, 4, 5, 6 до III категорії у діапазоні 1-2,5 (вода забруднена).

На рис 3.10 представлені значення ІЗВ на 11 створах спостережень за якістю води з врахуванням даних 2011 року.

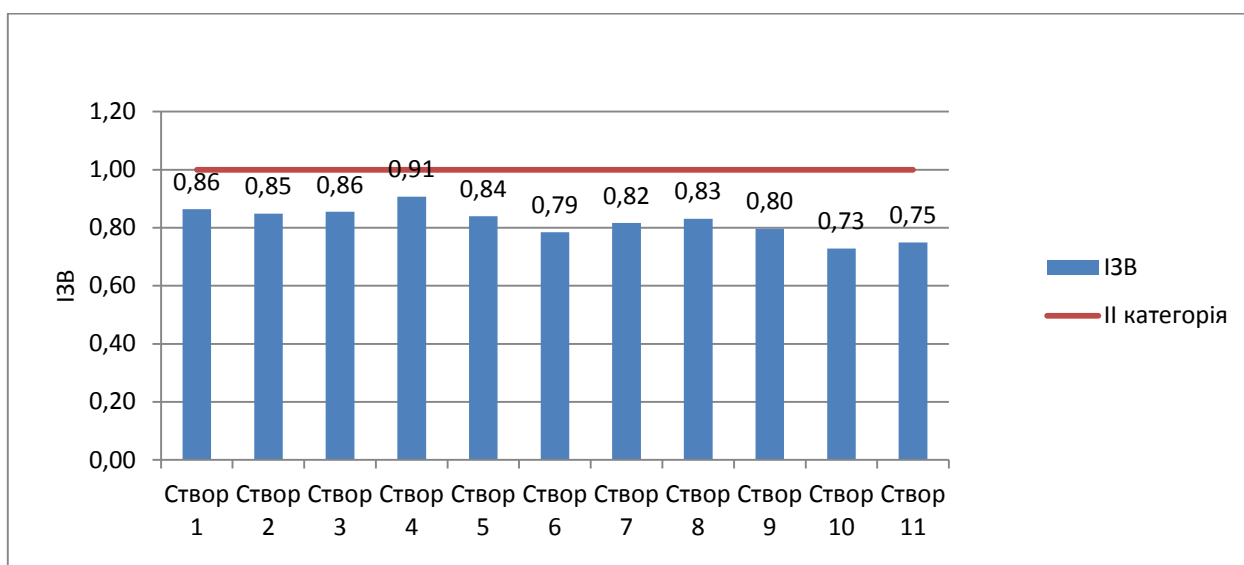


Рис 3.10- Зміна ІЗВ протягом 2011 року

Аналіз графіку дозволяє зробити висновок, що значення ІЗВ на всіх створах в діапазоні від 0,73 (створ 10) до 0,91 (створ 4). Усі значення знаходяться в діапазоні від 0,3-1, що дозволяє віднести якість води на кожному з 11 створів до II категорії (вода чиста).

За результатами розрахунків також були побудовано гістограми зміни ІЗВ для кожного створу за чотири роки. Гістограми представлені на рис 3.11-3.21.

На рис 3.11-3.21 представлена динаміка зміни ІЗВ за період з 2008 по 2011 рік на кожному з 11 створів спостережень. Слід зазначити, що для створів 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11 значення ІЗВ знаходиться в діапазоні від 0,3-1, що

дозволяє віднести якість води на кожному з створів до II категорії (вода чиста).

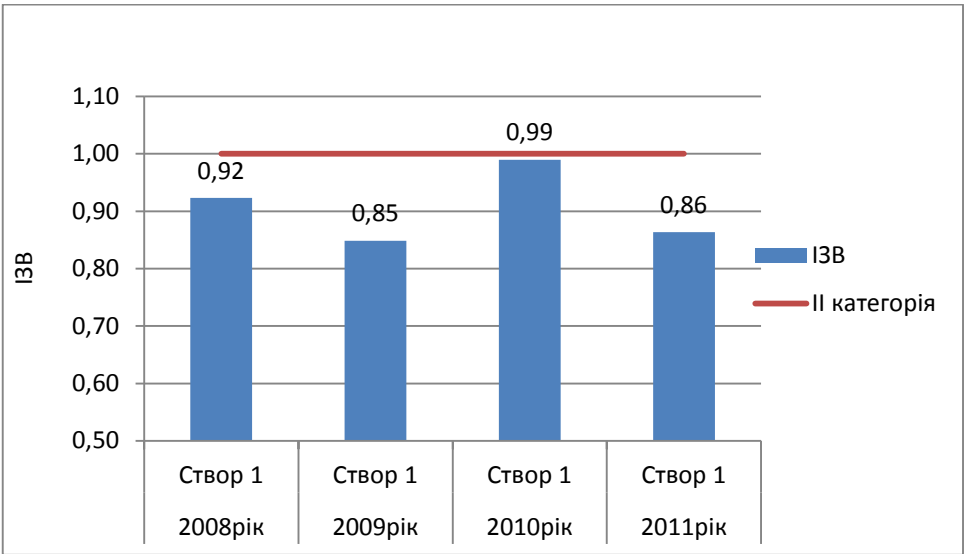


Рис 3.11- Зміна ІЗВ для створу 1 (2008-2011 рр)

На рис 3.11 для 1 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

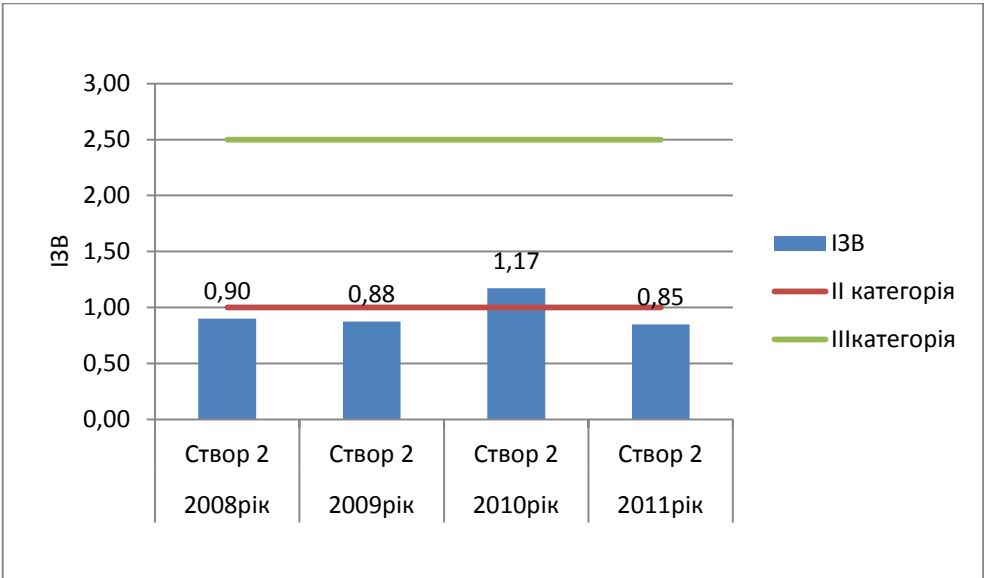


Рис 3.12 - Зміна ІЗВ для створу 2 (2008-2011 рр)

На рис 3.12 для 2 створу спостережень на протязі 2008, 2009, 2011 років якість води знаходилась у II категорії (вода чиста), лише для 2010 року

спостерігались перевищення, і якість води можна віднести до III категорії (вода забруднена).

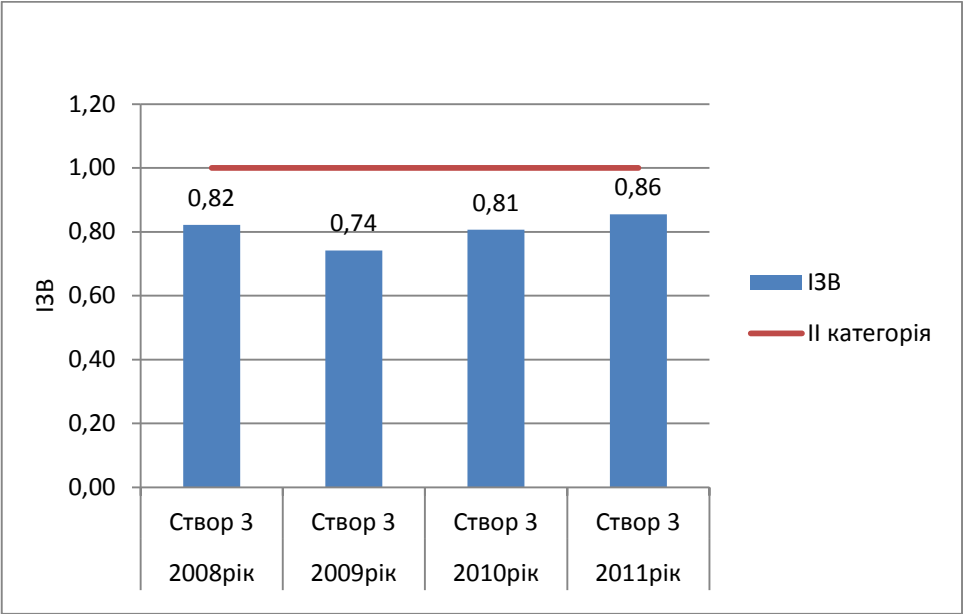


Рис 3.13- Зміна I3B для створу 3 (2008-2011 рр)

На рис 3.13 для 3 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

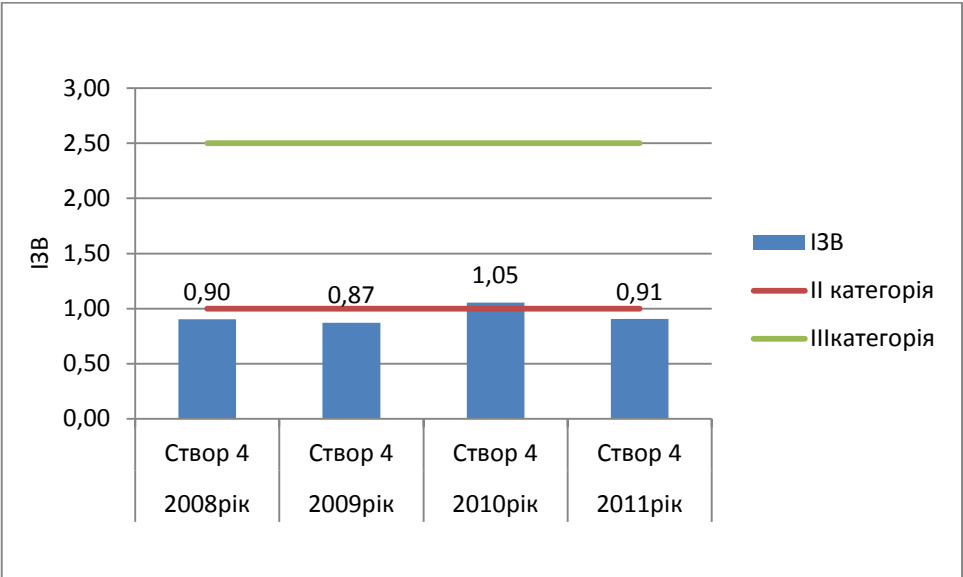


Рис 3.14- Зміна I3B для створу 4 (2008-2011 рр)

На рис 3.14 для 4 створу спостережень на протязі 2008, 2009, 2011 роках якість води знаходилась у II категорії (вода чиста), лише для 2010 року

спостерігались перевищення, і якість води можна віднести до III категорії (вода забруднена).

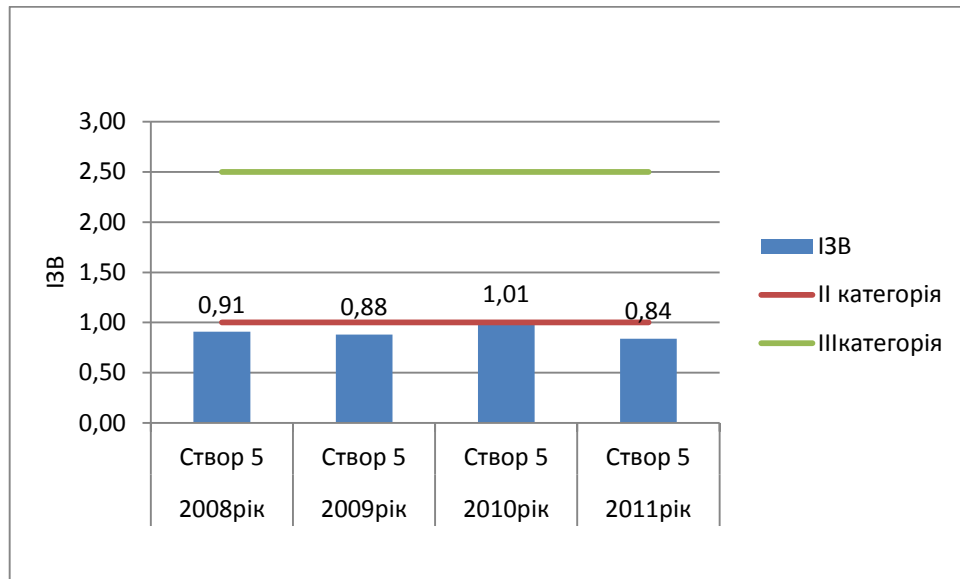


Рис 3.15- Зміна ІЗВ для створу 5 (2008-2011 рр)

На рис 3.15 для 5 створу спостережень на протязі 2008, 2009, 2011 роках якість води знаходилась у II категорії (вода чиста), лише для 2010 року спостерігались перевищення, і якість води можна віднести до III категорії (вода забруднена).

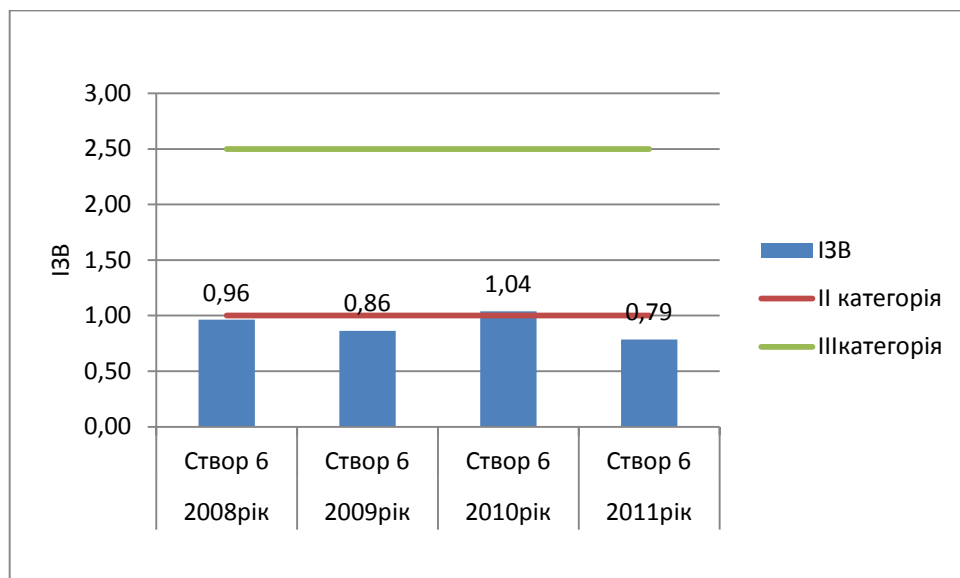


Рис 3.16- Зміна ІЗВ для створу 6 (2008-2011 рр)

На рис 3.16 для 6 створу спостережень на протязі 2008, 2009, 2011 роках якість води знаходилась у II категорії (вода чиста), лише для 2010 року

спостерігались перевищення, і якість води можна віднести до III категорії (вода забруднена).

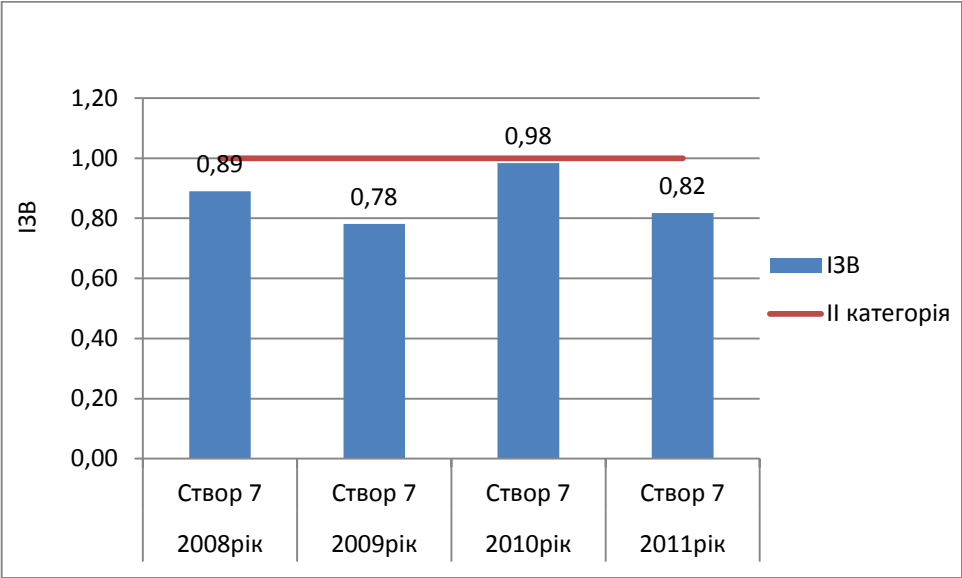


Рис 3.17- Зміна ІЗВ для створу 7 (2008-2011 рр)

На рис 3.17 для 7 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста), лише у 2010 році значення ІЗВ майже переходить до III категорії (вода забруднена).

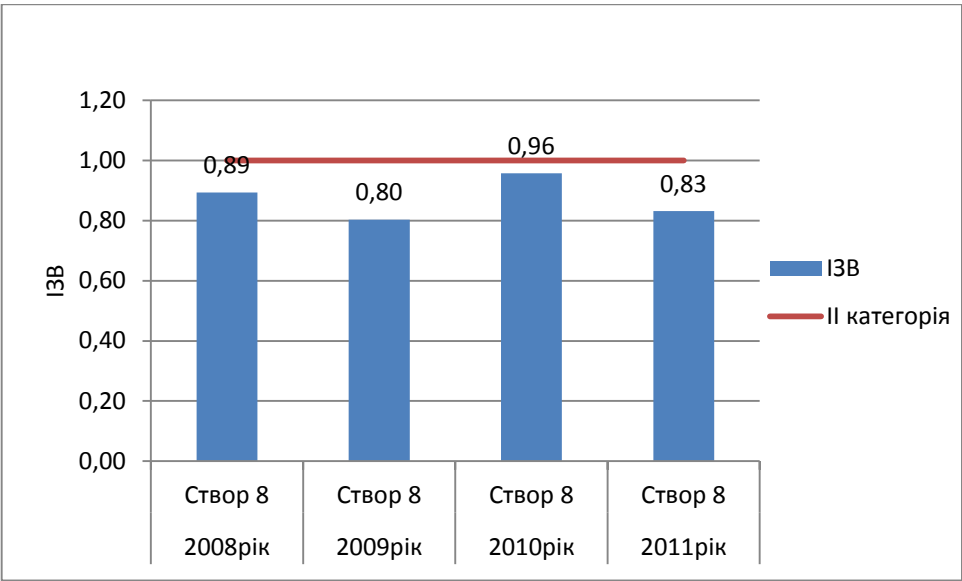


Рис 3.18- Зміна ІЗВ для створу 8 (2008-2011 рр)

На рис 3.18 для 8 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста), лише у 2010 році значення ІЗВ майже переходить до III категорії (вода забруднена).

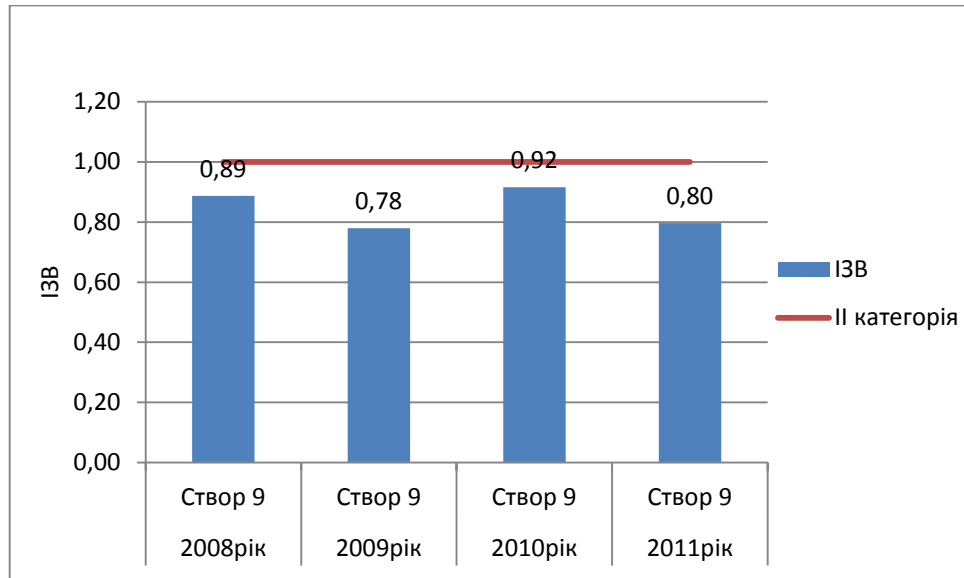


Рис 3.19- Зміна ІЗВ для створу 9 (2008-2011 рр)

На рис 3.19 для 9 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

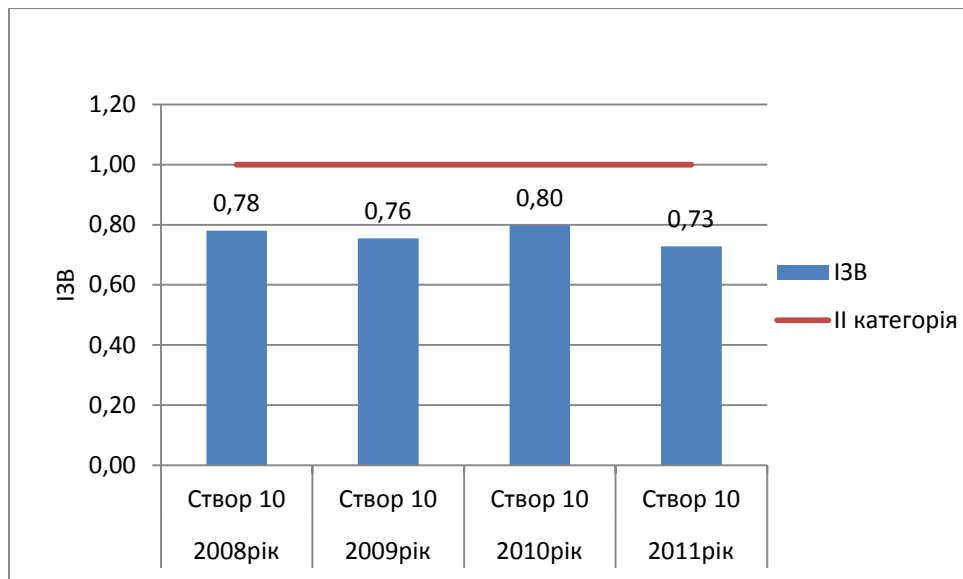


Рис 3.20- Зміна ІЗВ для створу 10 (2008-2011 рр)

На рис 3.20 для 10 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

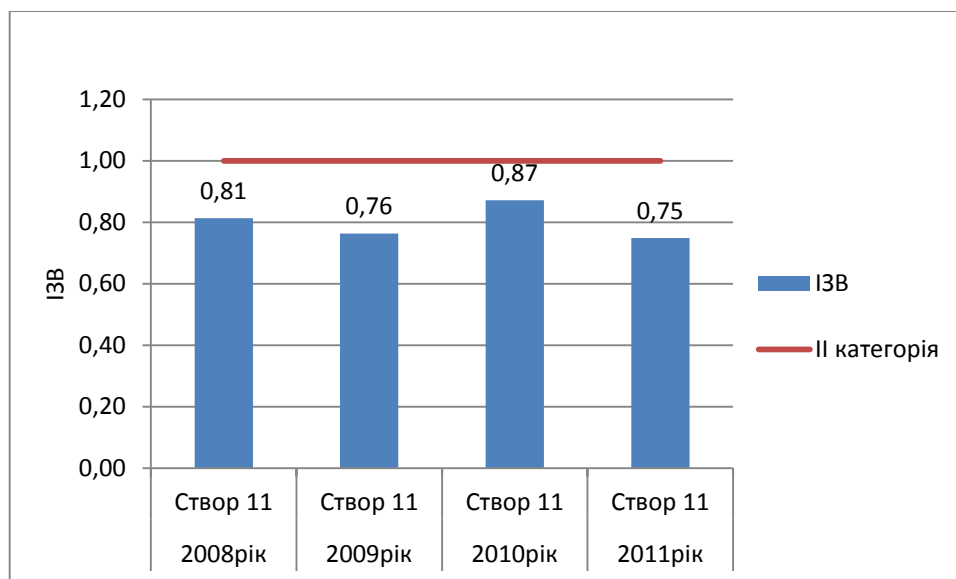


Рис 3.21- Зміна ІЗВ для створу 11 (2008-2011 рр)

На рис 3.21 для 11 створу спостережень по всіх роках спостережень якість води також не перевищує II категорії (вода чиста).

Аналізуючи графіки зміни ІЗВ для створів 2, 4, 5, 6 можна зробити висновок, що значення ІЗВ для 2 створу за 2010 рік (1,17), 4 створу за 2010 рік (1,05), 5 створу за 2010 рік (1,01) та для 6 створу за 2010 рік (1,04) знаходяться в діапазоні 1-2,5 (вода забруднена).

Проаналізувавши зміну ІЗВ та зміну концентрацій домішок, які представлені в таблиці 3.4, можна зробити висновок, до якої категорії відноситься якість води на кожному створі, протягом усього періоду спостережень.

Таблиця 3.4 - Характеристика ІЗВ

Створ	Характеристика ІЗВ							
	2008 рік		2009 рік		2010 рік		2011 рік	
	Категорія	Якість	Категорія	Якість	Категорія	Якість	Категорія	Якість
1	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
2	II	Чиста	II	Чиста	III	Помірно забруднена	II	Чиста
3	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
4	II	Чиста	II	Чиста	III	Помірно забруднена	II	Чиста
5	II	Чиста	II	Чиста	III	Помірно забруднена	II	Чиста
6	II	Чиста	II	Чиста	III	Помірно забруднена	II	Чиста
7	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
8	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
9	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
10	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста
11	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста	II	Чиста

На основі даних табл. 3.4 можна зробити висновок, що протягом усього періоду спостережень якості води у Каховському водосховищі можна віднести до II категорії (вода чиста), окрім деяких окремих випадків, коли з II категорії якості води переходила у III категорію (помірно забруднена), це відбувалось протягом 2010 року на 2, 4, 5 та 6 створах, але перевищення були незначні, що дозволяє загалом віднести якість води у Каховському водосховищі до II категорії (вода чиста).

3.5 Оцінка і класифікація вод Каховського водосховища

3.5.1 Орієнтовна екологічна оцінка якості вод

Антропогенний вплив на водні екосистеми в сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення промисловими і комунальними стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, засолення чи опріснення водних об'єктів, збіднення видового складу біоти тощо.

Визначальними характеристиками екологічних класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод є галобність, трофність, сапробність, токсобність тощо, тобто риси притаманні водним екосистемам і їх компонентам. Саме такий екосистемний підхід відповідає новітнім прогресивним принципам і вимогам рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС “Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної політики” [24, с. 13].

Екологічною оцінкою якості поверхневих вод України займалися багато вчених, з різних наукових установ – Інститут гідробіології НАН України (1978, 1993), УНДІВЕР (1996), Інститут географії НАН України та ін. В 1996 році була запропонована нова методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України [25, с.19], яка дає змогу підвищити оперативність моніторингу водних

об'єктів та розширити використання картографічних засобів подання екологічної інформації. Існуючі підходи до проведення екологічної якості поверхневих вод розглянуто у наукових роботах А.В. Яцика, Й.В. Гриба, А.П. Чернявської, О.І. Денісова, В.Д. Романенка, В.М. Жукинського, О.П. Оксіюк, І.В. Гопчака та інших.

Перш за все, необхідно відмітити, що якість поверхневих вод річки залежить від багатьох чинників, а саме, фізико-географічних умов, гідрографічних характеристик та особливостей формування стоку, геоморфологічних, геоботанічних та господарських умов.

По-друге, важливим етапом проведення екологічної оцінки якості води на річці є процедура виконання. Орієнтовну і ґрунтовну екологічну оцінку якості води в поверхневих водних об'єктах виконують за принципово однаковою процедурою [26, с.16]. Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування та 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) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класу і категорії) для певного водного об'єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень.

Орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод за величинами показників трьох блоків виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє всебічне, хоч і поверхове уявлення про екологічний стан дослідженого водного об'єкта, оцінюване за якістю води. Найдоцільніше використовувати орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод на початкових стадіях проектування будівництва гідротехнічних споруд чи підприємств, які можуть негативно вплинути на стан певних частин водної екосистеми, задля попереднього

розгляду альтернативних варіантів будівництва, задовго до розроблення обов'язкової ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище).

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у зіставленні середньоарифметичних (середніх) і найгірших (у разі ґрунтовної екологічної оцінки) їх значень з критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке зіставлення виконують у межах відповідних блоків.

Визначення інтегральних значень класів і категорій якості води полягає у визначенні середніх і найгірших (у разі ґрунтовної екологічної оцінки) значень трьох блокових індексів якості води, оперуючи відносними величинами якості води - категоріями, значення номерів яких укладаються в ряд чисел від 1 до 7.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її точнішою і гнучкішою. Для визначення субкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон значень номерів категорій (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і певним чином позначити (таблиця 3.5). Для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок обчислюють інтегральний або екологічний індекс (ІЕ).

Екологічний індекс потрібен для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта за якістю води для планування водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, картографування екологічного стану водних об'єктів, належних до певних адміністративних територій (областей, районів) чи басейнів річок.

Екологічна оцінка якості води - віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їхнім обчисленням та інтегруванням. Така оцінка дає інформацію про воду як складову водної системи, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина, а також є базою для встановлення екологічних нормативів якості води щодо окремих водних об'єктів чи їх частин, груп водних об'єктів та басейнів річок [27, с.34].

Табл. 3.5 - Схема визначення екологічних класів, категорій і субкатегорій якості води в поверхневих водних об'єктах України [27, с.38].

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесна характеристика субкатегорій
1	2	3	4	5
I	1	1,00-1,25 1,26-1,50	1 1(2)	"Відмінні", "дуже чисті" води "Відмінні", "дуже чисті" води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих"
II	2	1,51-1,75	1-2	Води, перехідні за якістю від "відмінних", "дуже чистих" до "дуже добрих", "чистих"
		1,76-1,99	2(1)	"Дуже добрі", "чисті" води з ухилом до категорії "відмінних", "дуже чистих"
	3	2,00-2,25	2	"Дуже добрі", "чисті" води
		2,26-2,50	2(3)	"Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих"
		2,51-2,75 2,76-2,99	2-3 3(2)	Води, перехідні за якістю від "дуже добрих", "чистих", до "добрих", "досить чистих"
	3	3,00-3,25 3,26-3,50	3 3(4)	"Добрі", "досить чисті" води з ухилом до "дуже добрих", "чистих"
				"Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених"

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
III	4	3,51-3,75	3-4	Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених"
		3,76-3,99	4(3)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з ухилом до "добрих", "досить чистих"
		4,26-4,50	4(5)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з тенденцією наближення до "посередніх", "помірно забруднених"
	5	5,00-5,25	5	"Посередні", "помірно забруднені" води
		5,26-5,50	5(6)	"Посередні", "помірно забруднені" води з тенденцією наближення до категорії "поганих", "брудних"
IV	6	5,51-5,75	5-6	Води, перехідні за якістю від "посередніх", "помірно забруднених" до "поганих", "брудних"
		5,76-5,99	6(5)	"Погані", "брудні" води "Погані", "брудні" води з тенденцією наближення до "дуже поганих", "дуже брудних"
V	7	6,51-6,75	6-7	Води, перехідні за якістю від "поганих", "брудних" до "дуже поганих", "дуже брудних"
		6,76-7,00	7(6)	"Дуже погані", "дуже брудні" води з ухилом до категорії "поганих", "брудних"

Серед методів оцінки якості поверхневих вод виділяють: фізико-хімічні (засновані на індивідуальних і комплексних показниках), біологічні й комбіновані методи. Для оцінки стану вод Каховського водосховища був обраний фізико-хімічний метод, оскільки він якнайточніше оцінює забруднення води конкретними забруднювачами, враховує сумісний вплив забруднюючих речовин, дає можливість класифікації якості води і характеристики середовища існування водних організмів.

Характеристика якості поверхневих вод виконана на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, яка включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, що відображають особливості абіотичної й біотичної складових водних екосистем. Екологічна класифікація є критеріальною базою екологічної оцінки якості поверхневих вод, а остання є складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища, для планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності. Оцінку і класифікацію води проводили згідно з рекомендаціями Держкомгідромету [28, с.9].

Якість води - характеристика складу і властивостей води, визначається ділячи її придатність для конкретних видів водокористування.

У результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, придатної для тієї чи іншої галузі господарської діяльності, але і відбувається зміна гідрологічного режиму природних водних об'єктів, складових їх водного балансу і, головне, погіршення якості поверхневих вод. Пояснюється це тим, що більшість водних об'єктів є одночасно і джерелами водопостачання, і приймачами господарсько-побутових, сільськогосподарських і промислових стічних вод.

Принаймні зростання антропогенного впливу на водні ресурси особливої актуальності набувають завдання прогнозування та оцінки якості поверхневих вод. Досить об'єктивним для характеристики якості вод суші в даний час являється підхід, заснований на зіставленні показників якості води в

окремих точках водного об'єкта з відповідними нормативними значеннями, наприклад гранично допустимими концентраціями (ГДК).

У даному розділі розглядаються інтегральні показники, які дозволяють оцінити ступінь забрудненості водотоків різними речовинами, визначити тривалість і обсяг забрудненого стоку протягом року, а також характеризувати мінливість якості води річки під впливом господарської діяльності.

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з „Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" [27, с.18], яка на основі єдиних екологічних критеріїв дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах різних регіонів. Вона включає три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії. Середні та найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначалися шляхом обчислення середнього значення середніх і максимальних величин номерів категорій за всіма показниками кожного блоку. Результати екологічної оцінки подаються у вигляді об'єднаної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального екологічного індексу (ІЕ) який визначається за формулою [27, с.26] :

$$I_E = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (3.2)$$

де:

I_1 - індекс забруднення води компонентами сольового складу;

I_2 - індекс трофо-сапробіологічних показників;

I_3 - індекс специфічних показників токсичної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюють для середніх і найгірших (у разі ґрунтовної екологічної оцінки) значень категорій окремо. Він може бути дробовим числом. Субкатегорії якості води на підставі ІЕ визначають так само, які для блокових індексів.

По - третє, у таблицях 3.6 та 3.7 представлені результати дослідження у Каховському водосховищі.

У таблиці 3.6 показаний розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води на Каховському водосховищі.

Табл. 3.6 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	47,2	2	Завислі речовини	1,7	1	Fe, заг	0,04	1
			БСК ₅	3,2	3	Нафто – продукти	0,016	1
SO ₄ ⁻	50,4	2	Азот амонійний	0,33	3	СПАР	0,01	2
			Азот нітритний	0,012	3	Феноли	0,001	2
			Азот нітратний	0,34	2	Cu ²⁺	0,001	1
						Mn ²⁺	0,007	1
			Фосфати	0,154	3	Cr, заг	0,0018	1

Табл. 3.7 Групування показників якості води трьох блоків за визначеними категоріями якості води

Перший блок		Другий блок		Третій блок	
Категорії	Показники	Категорії	Показники	Категорії	Показники
2	Cl ⁻	1	Завислі речовини	1	Залізо загальне
2	SO ₄ ⁻	3	БСК ₅	1	Нафто – продукти
		3	Азот амонійний	2	СПАР
		3	Азот нітритний	2	Феноли
				1	Cr, заг
		2	Азот нітратний	1	Cu ²⁺
		3	Фосфати	1	Mn ²⁺

1 блок - сольовий блок. Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу (I_1) якості води в Каховському водосховищі протягом 4 років нами було встановлено, що: оцінка якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу свідчить про те, що ситуація в водному об'єкті добра, якість води за критеріями належала до II класу: як за найгіршими, так і за середніми величинами наявних показників.

Значення індексу дорівнює ($I_1 = 2,0$) відноситься II класу, II категорії та 2(1) субкатегорії, тобто води „дуже добрі”, „чисті” води. За найгіршими значеннями $I_{1\text{найгір}}$ також знаходиться в межах 2 категорії та 2(1) субкатегорії та відноситься до II класу ($I_{1\text{найгір}} = 2,2$) - води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих".

2 блок - трофо-сапробіологічний блок. Екологічна оцінка якості води трофо-сапробіологічного блоку виконана за гідрофізичними, гідрохімічними показниками та індексами сапробності. Кінцевим підсумком оцінки є визначення ступеню трофності та зони сапробності вод згідно з екологічною класифікацією якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями. Підсумкові дані, стосовно якості води в Каховському

водосховищі свідчать про те, що якість води за трофо-сапробіологічними критеріями належить як за середніми так і найгіршими величинами до II класу "Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих". За середнім індексом ($I_2=2,5$) до категорії 2 та субкатегорії 2 - "Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих", та за найгіршими величинами ($I_{2\text{найг}}=2,7$) - води, перехідні за якістю від "дуже добрих", "чистих", до "добрих", "досить чистих", якість води відповідає категорії 2 та субкатегорія 2-3 "добрі", "досить чисті" води.

Таким чином води Каховського водосховища з еколого-санітарних позицій можуть вважатися в цілому "дуже добрі", "чисті".

3 блок - специфічних речовин токсичної дії. При визначенні якості води за специфічними речовинами токсичної дії враховуються кількісні характеристики 10 металів, а також фторидів, нафтопродуктів, летких фенолів та синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), всього 18 інгредієнтів.

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про незначне забруднення Каховського водосховища. Тут води характеризується як перехідні за якістю від "відмінних", "дуже чистих" вод з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих" ($I_{3\text{сер}} = 1,3$, категорія 1, субкатегорія 1(2)) та за найгіршими величинами значення $I_{3\text{найг}} = 1,45$ – відноситься до I класу, категорії 1 та субкатегорія 1(2), тобто за якістю до „дуже добрих”, „чистих” вод.

ВИСНОВКИ

Оцінка якості води проводилась за ІЗВ для рибогосподарських ГДК.

Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод за 2008-2011 роки можна зробити наступні висновки:

- 1) найпоширенішими забруднюючими речовинами є феноли та БСК₅;
- 2) перевищення БСК₅ у водах водосховища є не значними, головним чинником цього перевищення являється скид вод промисловими підприємствами;
- 3) забруднення фенолами відбувається завдяки антропогенним джерелам забруднення, якими є підприємства комунального господарства, промислові і сільськогосподарські підприємства;
- 4) кисневий режим впродовж досліджувальних років був задовільним, та був не нижче значення ГДК – 6 мгО₂/дм³.

Показники головних іонів і мінералізації води Каховського водосховища не перевищують ГДК для водойм рибогосподарського водокористування мають гідрокарбонатний кальцієвий склад і відносяться до прісних гіпогалінних 1 категорії якості за мінералізацією, II класу якості та 3 категорії якості за вмістом хлоридів, II класу якості та 2 категорії якості за вмістом сульфатів.

За вмістом більшості трофо-сапробіологічних показників і показників токсичної дії вода Каховського водосховища відноситься до 2 категорії якості – “дуже добрі”, “чисті ” й не несе загрози для існування гідробіонтів та здоров’я людей при вживанні її без очищення.

Результати радіологічних аналізів з визначення ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr свідчать, що вміст контрольованих радіонуклідів у воді впродовж 2008-2011 років, знаходився значно нижче встановлених норм.

Концентрації інших гідрохімічних показників знаходились в межах норм ГДК.

Оцінка якості води Каховського водосховища за ІЗВ в межах Запорізької та Херсонської областей може бути використана для визначення основних напрямків природоохоронної діяльності щодо оздоровлення екологічної обстановки стосовно водного об'єкта або його ділянки, оцінки ефективності проведених водоохоронних заходів, встановлення екологічних нормативів якості води для певного річкового басейну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Грезе В. Н. Природа Української ССР. Моря та внутрішні води / Київ.: Наукова думка, 1987. 224 с.
2. Захарченко И. Л. Каховське водосховище та його промислове значення / Київ: ІРГ УААН, 2006. 143 с.
3. Левковский С. С. Водні ресурси України / Київ: Вища школа, 1979. 200 с.
4. Маринич О. М., Шищенко П. Б. Фізична географія України / Київ: Знання, 2003. 479 с.
5. Карта схема Каховського водосховища URL: <https://www.google.com.ua/maps/place/Каховское+вдхр> / (дата звернення: 20.03.2017)
6. Нахшина Е. П. Мікроелементи в водосховищах Дніпра / Київ: Наук. думка, 1983. 158 с.
7. Машковський Н. І. Гідрологічний режим Дніпра в умовах зарегулювання стоку / Київ: Наук. думка, 1967. 387 с.
8. Зеров К. К. Формування рослинності і заростання водосховищ дніпровського каскаду / Київ: Наук. думка, 1976. 140 с.
9. Протасов А. А. Контурні угруповання гідробіонтів в техноекосістемах ТЕС і АЕС / Київ: ИГБ НАНУ, 2012. 274 с.
10. Гак Д. З. Бактериопланктон та его роль в биологической продуктивности водоемов / Москва: Наука, 1975. 254 с.
11. Анісімов К. К. Формування рослинності водосховищ Дніпровського каскаду / Київ: Наук. думка, 1980. 178 с.
12. Окснюк О. П, Жданова Г. А. Оцінка стану водних об'єктів України за гідробіологічними показниками / Гідробіологічний журнал, №3. С. 26-31.
13. Гавриленко О. П. Екогеографія України / Київ: Наука, 2008. 120 с.
14. Верниченко А. А. Комплексні оцінки якості поверхневих вод / Львів: Гідрометеоіздат, 1984. 356 с.

15. Горєв Л. Н. Пелешенко В. И. Хильчевский В. К. Регіональна гідрохімія / Київ: Вища школа, 1995. 307 с.
16. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Київ: Символ, 1998. 280 с.
17. Караушев А. В. Методичні основи оцінки антропогенного впливу на якість поверхневих вод / Львів: Гідрометеоздат, 1981. 286 с.
18. Хильчевський В. К. Загальна гідрохімія / Київ: Либідь, 1997. 384 с.
19. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм - затверджені Головрибводом Мінрибгоспу СРСР № 12-04-11. Київ, 1990, 44 с.
20. Жукинський В. М. Каховське водосховище. Видатні водойми / Київ: Наукова думка, 2009. 128 с.
21. Шмаков В. М. Термічні періоди на водосховищах Дніпровського каскаду. Гідробіологічні дослідження прісних вод / К: Наук. думка, 1985. 234 с.
22. Обухов Є. В. Корягіна О. С. Корецький Є. П. Вплив температурного фактора на показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища / Вісник Одеського державного екологічного університету. Одеса, 2012. Вип №14. С. 160-169.
23. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.
24. Ясинський М. О. Вказівки з розрахунку випаровування з поверхні водойм / Л: Наука, 1969. 83 с.
25. Правила охорони поверхневих вод / М: Госком СРСР з охорони природи, 1991. 34 с.
26. Федоненко О. В., Осіпова Н. Б., Шарамок Т. С. Гідроекологічний стан Каховського водосховища. Питання біоіндикації та екології / Запоріжжя: ЗНУ, 2010. Вип.15, № 2. С. 214-222.

27. Романенко В. Д. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Київ: Наукова думка, 2001. 48 с.