

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та
охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Оцінка якості вод Київського водосховища

Виконав студент 2 курсу групи МЕ-VI
спеціальності 101 – Екологія
Зосимчук Яна Вячеславівна

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

Рецензент д.геогр.н., проф.
Шакірзанова Жанетта Рашидівна

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 - Екологія
Освітньо-професійна програма “Екологія та екологічна безпека”
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології та охорони
довкілля
Сафранов Т.А.
”29” жовтня 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Зосимчук Яни Вячеславівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка якості вод Київського водосховища
керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” жовтня 2018 р. №271-“С”
2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року
3. Вихідні дані до роботи: КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення. Правила охорони поверхневих вод (типове положення).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: гідроекологічний опис басейну Київського водосховища. Характеристика показників якості води. Оцінка якості вод Київського водосховища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): басейн Київського водосховища на карті та розташування 5 контрольних створів спостережень. Зміна концентрації розчиненого кисню за період 2011-2015 рр. Зміна БСК₅ на 5 контрольних створах спостережень за період 2011 – 2015 рр. Зміна концентрації фенолів для 5 контрольних створів за період 2011 – 2015 рр. Зміна показників ІЗВ протягом 2011 -2015 років. Зміна показників ІЗВ для створів 1-5 (2011 - 2015 рр). Зміна концентрації азоту амонійного та азоту нітритногоу водах Київського водосховища для 5 контрольних створів протягом 2011-2015 рр.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір та узагальнення даних пропоказники якості Київського водосховища в межах Київської області та гідрологічних даних</i>	29.10.2018-02.11.2018	90	5 (відмінно)
2	<i>Розглянути та охарактеризувати фізико-географічні дані щодо Київського водосховища</i>	03.11.2018-11.11.2018	90	5 (відмінно)
3	<i>Провести аналіз джерел утворення забруднюючих речовин</i>	12.11.18-18.11.18	90	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	19.11.18-24.11.18	90	5 (відмінно)
4	<i>Охарактеризувати вплив підприємств на стан якості Київського водосховища в межах Київської області та гідрологічних даних. Висновки.</i>	25.11.18-28.11.2018	90	5 (відмінно)
5	<i>Оформлення дипломного проекту. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.</i>	29.11.2018-01.12.2018	90	5 (відмінно)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	02.12.2018-05.12.2018	90	5 (відмінно)
7	<i>Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу для публічного захисту.</i>	06.12.2018-10.12.2018	90	5 (відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

(до десятих)

Студент

_____ (підпис)

Зосимчук Я.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вовкодав Г.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зосимчук Я. В. Оцінка якості вод Київського водосховища

Актуальність теми. Останнім часом збільшується антропогенне навантаження на екосистеми водойм, під дією хімічних, фізичних та біологічних забруднювачів виникають негативні зміни екологічного та рибогосподарського характеру. Основними джерелами цих забруднювачів є господарсько-побутові і промислові стічні води, дощові та талі води, що стікають з населених, промислових і сільськогосподарських територій тощо.

Метою роботи є екологічна оцінка стану вод Київського водосховища у 5 контрольних створах у межах Київської області.

Об'єкт дослідження – якість вод Київського водосховища в межах Київської області.

Предмет дослідження - стан вод Київського водосховища в межах Київської області.

Методи дослідження – методологічною основою роботи є визначення якості поверхневих вод, що ґрунтується на основі екологічної класифікації і включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників.

Результати досліджень. Отримані дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод водосховища за 2011-2015 роки свідчать про те, що найгірший вплив на якість води в водосховищі здійснюють такі забруднюючі речовини як нітритний азот, амонійний азот та фосфати. Це свідчить про необхідність здійснення цілеспрямованих заходів для покращення екологічної ситуації і захисту екосистеми Київського водосховища.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому що отримані екологічні оцінки та розраховані значення ІЗВ по 5 досліджуваних створах як в часовому (2011-2015 рр.) так і в просторовому вимірах (в межах Київської області).

Теоретичне та практичне значення. На основі вихідних даних, наданих Київським регіональними управліннями водних ресурсів України, було розраховано індекс забруднення вод по кожному з 5 контрольних створів спостережень за період з 2011 по 2015 рр, та проведена екологічна оцінка якості вод за інтегральним індексом забруднення які можуть бути використані в подальшому в їх практичній діяльності.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, використаних літературних джерел (40 найменування). Робота містить 16 рисунків, 21 таблиці. Загальний обсяг роботи – 102 сторінки.

Ключові слова: водосховище, екологічна оцінка, індекс забруднення вод, клас якості вод, інтегральний екологічний індекс.

SUMMARY

Zosymchuk Ya. V. Assessment of Water Quality in the Kyiv Reservoir

Relevance of the theme. Recently, anthropogenic pressure on the ecosystem of water bodies has increased, chemical, physical and biological pollutants are subject to negative changes in the ecological and fishery nature. The main sources of these pollutants are household and industrial waste water, rain and thaw waters flowing from populated, industrial and agricultural territories, and so on.

The purpose of the work is to assess the state of the water of the Kiev reservoir in five control areas within the Kyiv oblast.

The object of research is the quality of waters of the Kiev reservoir within the Kyiv region.

The subject of research is the state of the waters of the Kiev reservoir within the Kyiv region.

Research methods - the methodological basis of the work is to determine the quality of surface water, based on the environmental classification and includes a set of hydrophysical, hydrochemical, hydrobiological and other indicators.

Research results. The obtained data of hydrochemical measurements of surface water quality indicators of the reservoir for 2011-2015 show that the worst impact on the quality of water in the reservoir is carried out by pollutants such as nitric nitrogen, ammonium nitrogen and phosphates. This testifies to the need for targeted measures to improve the ecological situation and protect the ecosystem of the Kiev reservoir.

The scientific novelty of the obtained results is that the received environmental assessments and calculated values of the IGFs in the 5 surveyed sections, both in the time period (2011-2015) and in the spatial dimension (within the Kiev region).

Theoretical and practical significance. Based on the initial data provided by the Kyiv Regional Water Resources Departments of Ukraine, an index of water pollution was calculated for each of the 5 control observation sites for the period from 2011 to 2015, and an environmental assessment of the quality of water by the Integrated Pollution Index was carried out, which could be used later in their practical activities.

Structure and scope of work. The work consists of an introduction, three sections, conclusions, used literary sources (40 titles). The work contains 16 drawings, 21 tables. Total volume of work - 102 pages.

Key words: reservoir, ecological assessment, water pollution index, water quality class, integral ecological index.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	12
1.1 Загальна інформація.....	12
1.2 Фізико – географічна характеристика.....	16
1.3 Гідрометеорологічні умови.....	17
1.4 Флора і фауна.....	19
1.5 Характеристика іхтіофауни.....	20
1.6 Сучасний гідроекологічний стан та якість води в Київському водосховищі.....	22
1.7 Характеристика гідрохімічного режиму.....	29
1.8 Екологічні проблеми Київського водосховища.....	32
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ.....	40
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	53
3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод Київського водосховища.....	55
3.2 Динаміка деяких гідрохімічних показників якості води у часі та просторі.....	57
3.3 Оцінка якості води Київського водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ).....	61
3.3.1 Методика розрахунку.....	61
3.3.2 Розрахункова частина.....	64
3.4 Оцінка і класифікація вод Київського водосховища.....	74

3.4.1 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками.....	74
3.4.2 Орієнтовна екологічна оцінка якості вод	83
ВИСНОВКИ.....	97
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	99
ДОДАТКИ.....	103

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ІЗВ – індекс забруднення вод;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

ГДК – гранично-допустима концентрація.

БСА – Бортницька станція аерації

БСК – біохімічне споживання кисню;

БСК₅, БСК₂₀, БСК_{повн} – споживання кисню для окислення
легкоокислюваних органічних речовин впродовж 5 діб, 20 діб та повністю
відповідно;

ВСТУП

Актуальність досліджуваної проблеми. Останнім часом збільшується антропогенне навантаження на екосистеми водойм, під дією хімічних, фізичних та біологічних забруднювачів виникають негативні зміни екологічного та рибогосподарського характеру. Основними джерелами цих забруднювачів є господарсько-побутові і промислові стічні води, дощові та талі води, що стікають з населених, промислових і сільськогосподарських територій тощо.

Тривале забруднення водойм різними токсикантами впливає на гідробіологічний режим, що призводить до зміни біологічної продуктивності водойм унаслідок негативної дії на гідробіонти і може бути небезпечним для людини при використанні рибної продукції. При цьому також відбувається пригнічення метаболічних процесів гідробіонтів, що може спричинити зниження ефективності механізму самоочищення водної системи [1–3].

Київське водосховище – перша сходинка в складі Дніпровського каскаду, на якій здійснюється обмежене сезонне регулювання стоку [4].

Київське водосховище — складна багатофункціональна екосистема, потенціал якої пов'язаний з інтенсивним соціально-економічним розвитком, формуванням багатогалузевих виробничих комплексів, еколого-рекреаційною та природоохоронною діяльністю. Воно виконує низку важливих функцій: сприяє виробництву електроенергії Київськими ГЕС та ГАЕС, забезпечує водотранспортні вантажні перевезення, використовується для сезонного регулювання стоку Дніпра і Прип'яті, є джерелом санітарно-екологічних попусків на київській ділянці Канівського водосховища та інтенсивно використовується в рекреаційних цілях [5].

Головним конфліктом гармонійного та збалансованого розвитку його території є конфлікт між соціально-економічними потребами людини та збалансованим існуванням екосистеми.

Багато використовувати водоїму у поляризованому виді обох напрямків та при цьому намагатися гармонізувати свою життєдіяльність і привести її у відповідність із законами природи [6, 7].

Реальна оцінка екологічної ситуації, а також процесів, що проходять у водах водосховища, неможливі без використання найбільш вірогідних 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 Київського водосховища у 5 контрольних створах у межах Київської області.

Об'єктом дослідження є басейн Київського водосховища.

Предметом досліджень є оцінка стану вод Київського водосховища.

Аналіз стану забруднення поверхневих вод у контрольних створах виконано на основі даних спостережень за вмістом гідрохімічних показників, наданих Київським регіональним управлінням водних ресурсів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що отримані екологічні оцінки та значення ІЗВ розглянуті по 5 створах, як в часовому (2011-2015 рр) так і в просторовому вимірах (в межах Київської області).

Матеріали даної магістерської кваліфікаційної роботи були апробовані на III міжнародному науковому семінарі «Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони» м. Львів.

1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

1.1 Загальна інформація

Київське водосховище (Київське море) — одне з шести великих водосховищ у каскаді на річці Дніпро в межах Київської та Чернігівської областей України. Найвище за течією дніпровське водосховище.

Проект створення каскаду водосховищ і гідроелектростанцій на Дніпрі виник ще у 1948 році. Основною метою створення Київського водосховища було енергозабезпечення населених пунктів, що на той час жили без електрики. Також тут планували у майбутньому створити рекреаційну зону [8].

У кінці 1959 року у районі міста Вишгород стартувало будівництво Київської гідроелектростанції. Одночасно для неї почали створення великого водосховища. Цей проект передбачав затопити значні площі земель, на яких тоді було понад 300 поселень. Багато з них мали давню історію. Людей планували переселили в інші місця.

Роботи з будівництва водосховища тривали 5 років. Тут працювала потужна техніка і десятки тисяч працівників. Під час будівництва було вивезено понад 16 мільйонів кубічних метрів ґрунту. Також для створення греблі і дамби тоді використали понад півмільйона кубометрів бетонного розчину.

1964 року гігантське водосховище почали заповнювати водою. Остаточоно воно було заповнене 1966 року. При цьому вода затопила понад 92000 гектарів землі і 52 населені пункти, а близько 33 тисяч людей покинули свої помешкання [8].

Київське водосховище, яке ще називають Київським морем, було утворено в 1964 році. Воно стало наслідком спорудження греблі Київської ГЕС за течією річки вище Києва неподалік від міста Вишгорода [9].

Територіально водосховище знаходиться в Київській та Чернігівській областях.

Київське водосховище знаходиться в межах Київської та Чернігівської областей України та є верхнім за розташуванням у каскаді. Утворено греблею Київської ГЕС [9].

Водосховище розташовано на півночі України і підходить до самого кордону з Білоруссю. Ширина його в найширшій частині близько 12 км, вузькою – до 3 км. Його загальна площа понад 920 кв. км, довжина – приблизно 110 км. Середня глибина Київського водосховища – 4,2 м, найбільша – 14,8 м, найменша – 2 м, причому площа мілководдя становить половину всієї площі водойми.

Рівень води протягом всього календарного року не залишається постійним. У період з січня по березень він зазвичай знижується, після цього настає паводок, і рівень, відповідно, підвищується. Таке відбувається до середини квітня. Потім він знову падає до червня. Коли восени настає період дощів, рівень знову підвищується, а потім знову знижується [9].

При зниженні рівня води мілководді лівобережжя виступає на поверхню. Взагалі, водосховище є зона постійного затоплення і зона тимчасового осушення. У верхній частині Київського водосховища є саме така зона. Затопленою вона буває тільки з березня по червень. На цьому просторі активно розвивається лугова рослинність. Це улюблене місце нересту риб, тут у великій кількості водяться рослинні і тваринні організми. Коли вода спадає, вони скочуються в водосховище. Цим вони впливають на якість води, а також на життєдіяльність в ньому.

Водообмін відбувається від 10 до 12 разів за рік. Це число залежить від декількох факторів: від кількості води, яке приходить з Прип'яті, від часу

паводку. Найнижча проточність водосховища спостерігається в червні і липні, тоді воно стає схожим на озеро. В цей час характерно цвітіння води.

У Київського водосховища є цікава особливість. Різниця води в період весняного затоплення між верхньою його частиною і плесом становить від 1,6 до 2 метрів [9].

Головними особливостями гідровузла є значна (42,3 км) протяжність напірного фронту, а також встановлення на ГЕС горизонтальних капсульних гідроагрегатів, що спроможні працювати при дуже малих напорах (5,2 м). Розрахунковий напір — 12 м. Заповнення Київського водосховища відбувалося впродовж 1964 – 1966 рр. Повний об'єм водойми при НПР — $3,73 \text{ км}^3$, площа водної поверхні — 922 км^2 . Довжина водосховища по висі становить 110 км, максимальна ширина — до 12,0 км, середня — 8,4 км. Середня глибина водосховища становить 4,0 м; максимальна — 14,5 м. Коливання рівня води у водосховищі впродовж року досягають 1,5 м. Мінералізація води 135–365 мг/дм³. Воно здійснює сезонне регулювання стоку. У водосховище впадають річки Прип'ять, Тетерів, Ірпінь. Створення водосховища покращило умови судноплавства. Використовується також для водопостачання, риборозведення, рекреації. Київське водосховище використовується також як нижня водойма Київської ГАЕС, що розташована на правому березі Дніпра за 3 км вище греблі Київської ГЕС. Потужність ГАЕС, будівництво якої було закінчено в 1972 р. на сьогодні становить 235,5 тис. кВт. Об'єм верхньої водойми ГАЕС при НПР дорівнює 4,79 млн. м³, корисний об'єм — 3,79 млн. м³ [2]. Київська ГАЕС сприяє збільшенню пікової потужності в об'єднаній енергосистемі України, рівномірному навантаженню теплових та атомних електростанцій, а також поліпшенню умов експлуатації і підвищенню економічності їхньої роботи [9].

Температура води в ньому влітку від 20 до 24⁰ С. Льодом воно покривається в грудні і зберігає покрив до березня.

У Київське водосховище впадають такі річки, як Прип'ять і Тетерів, Уж та Ірпінь. Водойма приблизно на 60% наповнюється за рахунок вод Дніпра, а на 40% – за рахунок вод Прип'яті. Інші перераховані малі річки дають приплив, який сумарно можна оцінити в 5% [9].



Рис 1.1 Басейн Київського водосховища на карті та розташування 5 контрольних створів спостережень [2].

1.2 Фізико – географічна характеристика

Водосховище виникло в 1965-1966 рр. за греблею, що перегородила верхню ділянку Дніпра вище Києва в районі міста Вишгорода. Воно розташоване по Дніпру - від Вишгорода до с. Дніпрова, по Прип'яті - від гирла до м Чорнобиля і по Тетереви - від гирла до с. Богдани. Площа водосховища перевищує 922 км, довжина - близько 110 км, найбільша ширина - 12 км, в деяких місцях - до 3 км. Найбільші глибини (до 15 м) знаходяться у греблі, середня глибина (4,1 м) і мілководді (до 2 м) займають майже половину всієї площі водосховища.

Землі Київського водосховища можна розділити на кілька ділянок, кожен з яких має специфічні риси. Так, дніпровський плесо, що знаходиться вздовж русла Дніпра вище злиття Дніпра і Прип'яті, дуже мілководний. Це ж властиво і прип'ятському плесу, що тягнеться уздовж русла Прип'яті вище її гирла. Верхні, або руслові, частини даних плес являють собою річки з дещо уповільненою течією і підвищеним рівнем води. За своїми особливостями вони мало відрізняються від ділянок Дніпра і Прип'яті, розташованих вище зони водосховища [10].

Нижні, розширені частини плес мають озероподібний характер. Їх мілководні ділянки (до 3 м) рясно заростають вищою рослинністю і водоростями. Води прип'ятського плеса відрізняються від вод дніпровського кольором у зв'язку з підвищеним вмістом гумінових речовин. Тетерівський плесо також мілководний. Але вплив вод Тетерева на водний режим, а також рослинний і тваринний світ водосховища менш відчутно, ніж Дніпра та Прип'яті. Це обумовлено різною водністю названих річок. З водами Тетерева в водосховище вноситься певна кількість речовин органічного походження з побутових і промислових стоків, що викликають «цвітіння» води [10].

Основний плесо водосховища, що знаходиться нижче місця злиття Дніпра з Прип'яттю, можна розділити на три частини. Нижньою межею

верхньої частини основного плеса є с. Страхолісся. Тут мілководдя глибиною до 3 м займають майже 3/4 всієї площі. Вони рясно заростають вищої рослинністю і нитчастих водоростями. Ця частина основного плеса знаходиться під великим впливом верхніх дніпровського і Прип'ятського плес. Ось чому багато властивостей води по лівій стороні схожі з властивостями дніпровських, а по правій - прип'ятських вод.

Нижньою межею середній частині основного плеса є Рудня-Толокунська. Ділянка глибоководний. Площі з глибинами до 3 м становлять трохи більше 1/3 площі. Властивості води залежать від змішування вод верхньої частини основного і Тетерівського плес.

Нижня частина основного плеса, що тягнеться від с. Рудня-Толокунська до греблі, найбільш глибоководна. Мілководдя становлять незначну частину, тому рослинність розвивається слабо [10].

1.3 Гідрометеорологічні умови

Гідрометеорологічні умови протягом досліджуваного періоду виявилися особливими. Якщо у 2012–2014 рр. водність Київського водосховища була близькою до норми, то в наступні два роки аномально малою. У створі Київської ГЕС при нормі 1050 м³/с середньорічна витрата води відповідно становила: 2012 р. – 1070, 2013 р. – 1480, 2014 р. – 814, 2015 р. – 486, 2016 р. – 681, 2017 р. (за попередніми даними) – 903 м³/с [11].

Зазначимо, що водність водосховища у 2015 р. була найменшою з часу історичного маловоддя 1921 р. і найменшою за період існування Дніпровського каскаду. До того ж, такого поєднання маловодних років, як 2015–2017, ще ніколи не спостерігали. Особливістю останніх років було незначне весняне водопілля.

Усі шість років, для яких виконано узагальнення, виявилися істотно теплішими за норму. У Києві при нормі середньорічної температури 7,7 °С

фактично спостерігалось: 2012 р. – 9,0; 2013 р. – 9,4; 2014 р. – 9,4; 2015 р. – 10,5; 2016 р. – 9,5; 2017 р. – 9,8 °С. Середньорічна температура повітря в 2015 р. була найвищою за всю історію спостережень, починаючи з 1881 р. і вперше перевищила 10,0 °С. Неодноразово в ці роки фіксували рекордні значення температури, які раніше не спостерігали [11].

Протягом року рівень води водосховища змінюється. Він знижується з січня до середини березня, потім в результаті надходження паводкових вод підвищується до середини квітня, після чого знову падає протягом квітня-червня. Його підвищення спостерігається лише на початку зими, що обумовлено осінніми дощами, а потім рівень води знову знижується.

Залежно від режиму рівнів у водосховищі розрізняють осушувану зону і зону постійного затоплення. В межах осушуваної зони виділяють дві підзони. Підзона тимчасового затоплення виражена тільки у верхній частині водосховища. Вона затоплюється з середини березня до кінця червня. На її території розвивається лугова рослинність. Сюди виходять для нересту риби, тут рясно розвиваються тваринні та рослинні організми, які після спаду води скочуються на водосховищі, істотно впливаючи на життєдіяльність різних його організмів і якість води. Підзона тимчасового осушення розташована нижче попередньої. Ці території звільняються від води тільки на початку вересня, в зв'язку з осіннім зниженням її рівня. Вони заростають земноводною рослинністю [10].

Водообмін в водосховище здійснюється 9-12 разів на рік залежить від обсягу води, що надходить з Дніпра і Прип'яті, в період паводку (квітень-травень) водосховище мало відрізняється від річки. Лише з встановленням річної межні в Дніпрі (кінець червня-липень) проточність водосховища знижується, воно приймає озероподібний вид. Швидкість водообміну в червні-липні впливає на розвиток «цвітіння» води: при гарній проточності в поєднанні з малою погіршеністю водної маси і з деякими іншими факторами «цвітіння» води розвивається в меншій мірі, ніж при слабкій проточності і хорошим

прогріванням водної маси. Характерною особливістю Київського водосховища, розташованого вище всіх інших дніпровських водосховищ, є те, що навесні виникає велика різниця рівнів між верхньою частиною водосховища і його основним плесом, яка може досягати 1,5-2 м. Влітку вода прогрівається до 20-24°C. Крижаний покрив встановлюється в грудні-січні і тримається до середини або кінця березня [10].

1.4 Флора і фауна

Київське водосховище дуже полюбилося навколишнім жителям, як об'єкт полювання і риболовлі. Якщо говорити про різновиди риб, що мешкають в ньому у великій кількості, то тут можна назвати ляща, щуку, окуня, плотву, краснопірку, лина, карася. Таких риб, як підуст, головень, язь, йорж, носар останнім часом стало мало в зв'язку з тим, що умови, необхідні їм для розмноження, істотно погіршилися. Натомість збільшилася кількість тих риб, які в період ікрометання відкладають ікру на рослини. Саме вони приходять на ті місця, про які згадувалося вище. Їм до душі заливні луки в верхів'ях водосховища, як і водна рослинність, яка є в достатку на мілководді [8, 9].

Північно-східна частина Київського водосховища, що знаходиться вище села з назвою Страхолісся є Чорнобильською зоною відчуження. На сьогоднішній день фахівці стверджують, що якість води у водосховищі можна вважати задовільною.

До району чорнобильської зони відносяться 2700 га площі водосховища. У верхній частині водосховища розташовані множинні острова. Вони активно відвідуються рибалками. Радіометристи запевняють, що ці ділянки суші безпечні з точки зору екології.

Значно позначилися наслідки чорнобильської аварії на стан вод таких річок, як Прип'ять і Дніпро. Це ж стосується і їх водозбірних територій [8, 9].

1.5 Характеристика іхтіофауни

З риб в Київському водосховищі відносно мало жереха, белоглазки, подуста, голавля, а також носаря, йоржа, язя, умови розмноження яких сильно погіршилися. Чисельність риб, що відкладають ікру на рослини, збільшилася, оскільки вони в водосховище широко використовують для нересту як заливні луки в вершині, так і водну рослинність мілководь. Найчастіше тут зустрічаються плотва, лящ, густера, краснопірка, окунь, синець, лин, щука, карась.

У Київському водосховищі відмічені представники 15 видів промислової іхтіофауни. Основу уловів дрібновічкових сіток складають плоскирка (45,5% за чисельністю) та сріблястий карась (24,6%). У крупновічкових сітках 65,8% улову за чисельністю та 86,1% за іхтіомасою припадає на вселенців – білого і строкатого товстолобів та коропа. Аборигенна іхтіофауна характеризується достатньо високою часткою промислово цінних видів риб. Розмірно-вагові показники основних об'єктів промислу знаходяться на рівні, достатньому для нормального формування рибопродукції. Загальний промисловий запас аборигенної іхтіофауни в цілому для Київського водосховища складає 46 кг/га.

Дніпровські водосховища – водні об'єкти комплексного призначення, проте визначений низкою діючих нормативно-правових документів їх статус як рибогосподарських водойм. Це надає переваги рибному господарству, проте одночасно контролюючими природоохоронними органами висуваються вимоги щодо ефективності рибогосподарського використання цих водойм. У кількісному аспекті ці вимоги пов'язані із встановленням певного нормативу рибопродуктивності. Найчастіше для цього використовуються проектні показники [12, 13]. Згідно з проектними даними рибопродуктивність дніпровських водосховищ повинна складати 20–40 кг/га, тобто передбачалося, що загальний щорічний вилов риби знаходитиметься на

рівні 25 тис. т. Проте, тільки у 1972 році та 1989 р. загальний вилов риби наблизився до цього показника і склав 23,0–24,6 тис. т за середньої рибопродуктивності 25 кг/га [14, 15]. При цьому слід зазначити, що більше половини планової рибопродукції передбачалось отримати за рахунок штучного відтворення. Так, для Київського водосховища, із загальної промислової рибопродукції на рівні 40 кг/га, 18 кг/га необхідно було одержувати за рахунок вселення молоді цінних у товарному відношенні видів риби [16].

За даними досліджень 2016 р. у складі промислової іхтіофауни затоки відмічені 15 видів риби (всього у Київському водосховищі промисловою статистикою фіксується 24 види риби). У сітках з кроком вічка 45–60 мм, якими виловлюють старші вікові групи дрібночастикових риби, домінуюче становище як за чисельністю, так і масою займає сріблястий карась, проте відмічені достатньо високі показники і для поповнення основних крупночастикових риби – ляща (*Abramis brama*) та судака (*Sander lucioperca*). У крупновічкових сітках основу уловів складають об'єкти випасної аквакультури – товстолоби білий (*Hypophthalmichthys molitrix*), строкатий (*Aristichthys nobilis*) та короп (*Cyprinus carpio*). Основу уловів дрібновічкових сіток складали широкорозповсюджені представники озерно-річкового іхтіокомплексу (плоскирка *Blicca bjoerkna*, сріблястий карась *Carassius gibelio*), в меншій мірі – чехоня *Pelecus cultratus* та судак *Sander lucioperca*. Стан іхтіофауни Київського водосховища характеризується збідненим видовим складом, погіршеною популяційною структурою та підвищеними кількісними характеристиками. Незважаючи на відсутність в контрольних уловах старших вікових груп риби, потенційна рибопродуктивність за аборигенними видами знаходиться на рівні, що забезпечує високу ефективність їх промислового використання. Здійснення випасної аквакультури в умовах великого водосховища дозволяє підтримувати стабільні характеристики іхтіоценозу за рахунок практично повної

відсутності навантаження на молодші вікові групи аборигенних видів риб, з інтенсивним обловом їх по досягненні промислових розмірів [17].

1.6 Сучасний гідроекологічний стан та якість води в Київському водосховищі

Концентрація сухого залишку. Середня концентрація сухого залишку у водах Київського водосховища в межах Київської області становить 250–320 мг/дм³. Для цього показника властива відносна стабільність середніх і мінімальних значень, значнішими є коливання максимальних значень.

На концентрацію гідрохімічних показників і, зокрема сухого залишку, істотно впливають місцеві умови, зокрема розташування пунктів спостережень відносно місць скидів стічних вод і впадіння приток. Помітне зростання концентрації сухого залишку (насамперед за максимальним значенням) спостерігається нижче скиду Бортницької станції аерації, а саме в пункті, що розташований за 0,5 км нижче за течією.

Невелика водність водосховища у 2015–2017 рр. позначилася на тому, що концентрація сухого залишку в цей час була вищою, ніж до цього. Зокрема у нижньому б'єфі Київської ГЕС протягом 2012–2014 рр. середня концентрація становила 270, у 2015–2017 рр. – 294 мг/дм³.

Для довготривалого періоду спостережень концентрація сухого залишку дещо менша. Так, у нижньому б'єфі Київської ГЕС протягом досліджуваного періоду вона становила 267 мг/дм³. За наявними даними, існує слабо виражена обернена залежність між водністю і концентрацією сухого залишку. Невелика водність останніх років і стала головним чинником зростання концентрації.

Порівняно невелика водність протягом 2012–2017 рр. вплинула і на внутрішньорічний розподіл сухого залишку. У ці роки терміни з

максимальними і мінімальними значеннями змістилися на пізніший час, ніж звичайно.

Кольоровість води. Характерною особливістю змін кольоровості води за довжиною водосховища є її зменшення вниз за течією. Найбільшим цей показник є в південній частині водосховища. Це особливо підтверджують дані про мінімальні та середні значення.

Про велику роль Прип'яті щодо кольоровості води свідчать дані Дніпровського БУВРа за роки, коли відповідні спостереження виконували в гирлі цієї річки. Протягом періоду 1994–2008 рр. середнє значення кольоровості біля м. Чорнобиль становило 163 град. Максимум (566 град) зафіксовано 30.07.1998 р. під час літнього паводка на Прип'яті. Значна роль цієї річки простежується ще за низкою показників. Окрім значної кольоровості, для Прип'яті властиві високі концентрації заліза загального і водночас порівняно невеликі концентрації розчиненого кисню.

Загалом упродовж досліджуваного періоду кольоровість води у водосховищі виявилася незначною – насамперед у 2015–2016 рр. У нижньому б'єфі Київської ГЕС на питному водозаборі м. Києва у 2012–2014 рр. вона становила 53 град, у 2015–2017 рр. – 28 град. У попередній період кольоровість була істотно вищою – 102 град. [12]. Невелика кольоровість, а також висока температура повітря і води позначилися на розвитку синьо-зелених водоростей. В останні роки (особливо в 2015–2016) “цвітіння” води досягло масштабів, яких давно не спостерігали [18].

Концентрація розчиненого кисню залежить як від природних, так і господарських чинників. В північній частині водосховища вона порівняно невелика – середньорічні значення становлять близько 8 мгО₂/дм³. Це пояснюється впливом двох чинників. Першим є значне надходження гумусових речовин, розкладання яких супроводжується поглинанням кисню. Другим є те, що у Київському водосховищі інколи спостерігається тривалий льодостав, існування якого негативно позначається на концентрації кисню.

Такі умови, зокрема, спостерігалися у лютому–березні 2010 р. Тоді у нижньому б'єфі Київської ГЕС було зафіксовано найменшу концентрацію розчиненого кисню – 18.03.2010 р. вона становила лише $0,21 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. За таких умов у Київському водосховищі виникла задуха. Нижче за течією концентрація кисню вища ніж у Київському водосховищі та нижньому б'єфі Київської ГЕС. Найбільші середньорічні значення (до $10,5 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) спостерігаються у місцях, де існує посилений водообмін.

Доволі висока температура повітря і води у 2015–2016 рр. позначилася на тому, що в ці роки концентрація розчиненого кисню була меншою, ніж у 2012–2014 рр. Так, у нижньому б'єфі Київської ГЕС у 2012–2014 рр. спостерігалось $8,7 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, у 2015–2017 рр. – $7,7 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. У попередній період концентрації були дещо вищими [12].

Окрім високої температури повітря (і відповідно води) на концентрацію кисню в останні роки дещо вплинула невелика водність водосховища. Про це свідчить наявність оберненої залежності між середньорічними значеннями витрат води і концентрацією кисню для довготривалого періоду.

Протягом року найвищі концентрації кисню звичайно спостерігаються у листопаді – грудні, коли стає холодною вода і водночас водосховища ще не вкриті кригою.

Концентрація завислих речовин у Київському водосховищі значною мірою відображає рівень “цвітіння” води. Про це, зокрема, свідчить той факт, що цей показник стає найбільшим у літній період. У деяких випадках зафіксовані значення сягають $20\text{--}25 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а іноді навіть $30 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Найбільшим цей показник був у 2015–2016 рр., помітно меншим – у 2012–2014 рр. Значне “цвітіння” води в останні роки зафіксовано також за даними гідробіологічних спостережень [18].

Хімічне споживання кисню (ХСК) – показник, що відображає концентрацію органічних речовин, зокрема господарсько-побутових скидів. У цьому разі значною є роль Бортницької станції аерації (БСА) – у

розташованому нижче створі ХСК істотно зростає. Загалом за довжиною водосховища показник ХСК має маловиразну тенденцію до зменшення.

Порівняння кількісного значення ХСК за 2012–2014 і 2015–2016 рр. показує, що більшими вони виявилися в першому випадку. У нижньому б'єфі Київської ГЕС значення ХСК дорівнювали 30,5 і 28,9 відповідно.

Протягом року для показника ХСК властиві доволі значні сезонні відмінності, причому настання мінімумів і максимумів за довжиною Дніпра зміщуються на пізніші терміни.

Біохімічне споживання кисню (БСК₅). Як і в багатьох інших випадках, цей показник змінюється залежно від місцевих умов. Значним, зокрема, є вплив скидів БСА.

Окремий розгляд даних за 2012–2014 рр. і 2015–2016 рр. показує, що в обох випадках БСК₅ виявилось близьким. У нижньому б'єфі Київської ГЕС відповідно зафіксовано 2,4 і 3,6 мгО₂/дм³.

Концентрація біогенних сполук. На мережі моніторингу Держводагентства України найбільшим є обсяг визначень сполук азоту, фосфатів і заліза загального.

У верхньому створі водосховища середні за 2012–2016 рр. концентрації є такими: амоній – 0,50 мг/дм³, нітрити – 0,05 мг/дм³, нітрати – 1,5 мг/дм³, фосфати – 0,30 мг/дм³, залізо загальне – 0,34 мг/дм³.

Нижче за течією концентрації сполук азоту і фосфору зростають. Значним є вплив БСА – особливо за зафіксованими максимумами. Нижче за течією від цього скиду неодноразово траплялися випадки, коли концентрація фосфатів перевищувала 2 мг/дм³.

Водночас вниз за течією концентрація заліза загального зменшується. У нижньому б'єфі Київської ГЕС її середнє значення за 2012–2016 рр. становило 0,25 мг/дм³.

Невелика водність і високі температури в 2015–2016 рр. також вплинули на концентрації біогенних речовин. У 2015–2016 рр. вони загалом

виявилися дещо меншими, ніж раніше. Зокрема у нижньому б'єфі Київської ГЕС у 2012–2014 і 2015–2017 рр. відповідно спостерігалось: амоній – 0,57 і 0,30; нітрити – 0,06 і 0,06; нітрати – 2,9 і 2,3; фосфати – 0,27 і 0,20; залізо загальне – 0,30 і 0,17 мг/дм³.

Протягом року концентрації біогенних сполук не залишаються сталими. Вважається [11, 19, 20], що вони істотно залежать від процесів, пов'язаних із життєдіяльністю організмів, біомаса яких у водосховищах дуже значна. За наявними даними, концентрації іона амонію найбільші в літній період.

Майже протилежними за часом є концентрації нітратів – найменші вони в літній період. Про невеликі значення нітратів у теплу пору року свідчать також праці [11, 19, 20]. Показово, що вниз за довжиною водосховища концентрації дещо зменшуються.

Значний інтерес являє внутрішньорічний розподіл фосфатів, адже їх присутність істотно впливає на “цвітіння” води. Найбільша вона в період літньо-осінньої межени. Протягом року істотно різним є не лише співвідношення між концентраціями іона амонію і нітратів, а й між концентраціями сполук азоту і фосфатів. Протягом року ці співвідношення змінюються більш як на порядок.

Дані спостережень, показують, що істотних змін якості води за цей період немає. За одними показниками якість має ознаки поліпшення, за іншими погіршення.

Існує зв'язок між деякими показниками і водністю. Так, існує слабкий кореляційний зв'язок між водністю і концентрацією нітратів – у повноводні роки ці концентрації зростають, у маловодні – зменшуються [11, 19, 20].

Бортницька станція аерації. Необхідність окремої уваги до БСА зумовлена її значним впливом на екологічний стан Київського водосховища. Ця станція розташована на південно-східній околиці Києва і є єдиним підприємством, на якому очищують господарсько-побутові стоки міста.

Станцію ввели в дію у 1965 р.; її проектна потужність – 1,8 млн м³ води на добу. Очищення виконується за класичною схемою з використанням пісколовок, первинних відстійників, аеротенків і вторинних відстійників. Очищена вода відводиться каналом у Канівське водосховище. Його створення в 1970-х роках зумовило необхідність перекачування стічних вод насосною станцією [11, 19, 20].

Найбільший обсяг стоків та їх очищення на БСА були наприкінці 1980-х і початку 1990-х років, коли він сягав 1,4–1,5 млн м³ на добу. Нині цей обсяг зменшився вдвічі. Насамперед це зумовлено високими тарифами на водоспоживання та водовідведення і відповідно економнішим витрачанням води населенням. За окремими роками обсяг очищення становив: 2000 р. – 468,7; 2005 р. – 413,2; 2010 р. – 311,6; 2012 р. – 291,6; 2013 р. – 297,3; 2014 р. – 270,4; 2015 р. – 259,0; 2016 р. – 265,4 млн м³.

За даними Дніпровського БУВРа, усереднені показники якості води в скидному каналі БСА протягом 2012–2017 рр. були такими: сухий залишок – 575 мг/дм³, розчинений кисень – 5,8 мгО₂/дм³, ХСК – 65 мгО/дм³, БСК₅ – 8,5 мгО₂/дм³, нітрати – 45,7 мг/дм³, фосфати – 4,1 мг/дм³ (табл. 1.1).

Таблиця 1. 1 - Середні за 2012–2016 рр. якісні показники води у скидному каналі БСА та прилеглих пунктах спостережень [11].

Річка/створ	Сухий залишок	Кольоровість	Розчин. кисень	ХСК	БСК ₅	NH ₄	NO ₂	NO ₃	P
Дніпро, 500 м вище БСА	303	31	8,1	30	3,5	0,65	0,028	7,0	0,50
Скидний канал БСА	575	34	5,8	65	8,5	9,5	2,9	45,7	4,1
Дніпро, 500 м нижче БСА	335	33	8,2	40	5,0	2,1	0,97	10,6	0,85

Близькими є якісні характеристики ПАТ АК “Київводоканал” за формою 2-ТП (водгосп). Зокрема у 2016 р. середні показники за даними Дніпровського БУВРа і ПАТ АК “Київводоканал” були відповідно такими: завислі речовини: 39,3 і 19,6 мг/дм³, БСК₅ – 7,7 і 8,0 мгО₂/дм³, ХСК – 68,4 і 78,4 мгО/дм³, NO₂ – 2,6 і 1,6 мг/дм³, NO₃ – 55,1 і 38,7 мг/дм³, фосфати – 4,0 і 5,2 мг/дм³. Наявні відмінності можна пояснити використанням різних приладів, відбором проб у різні дати та ін. [11].

З наведених у табл. 1.1 даних видно, що якість води у скидному каналі БСА незрівнянно гірша, ніж у Дніпрі. Найбільші відхилення, порівняно з дніпровською водою, простежуються щодо концентрації іона амонію та нітритів – більш ніж на порядок.

Заслуговує на увагу той факт, що концентрації забруднюючих речовин, які дозволено скидати водоканалу, доволі високі. Не менш важливо й те, що ці концентрації стають усе більшими. Так, у 2008 р. Київському водоканалу було дозволено скиди з такими концентраціями: азот амонійний – 2,5 мг/дм³; нітрити – 1,0; нітрати – 5,5 мг/дм³. У 2009 р. дозволені концентрації збільшилися: азот амонійний – 7,00 мг/дм³, нітрити – 3,0, нітрати – 35,0 мг/дм³. Останнім часом дозволені концентрації ще більше зросли: БСК₅ – 10,0 мгО₂/дм³, ХСК – 90,0 мгО/дм³, азот амонійний – 10,0 мг/дм³, нітрити – 7,0 мг/дм³, нітрати – 45,0 мг/дм³, фосфати – 8,0 мг/дм³.

Як видно, протягом останніх 10 років дозволені концентрації скидів збільшилися в кілька разів. Оскільки виміряні концентрації загалом є меншими, ніж дозволені, виходить, що стічні води формально потрапляють у категорію нормативно очищених стічних вод, а не забруднених у разі менших дозволених концентрацій [11].

Насправді БСА, як це видно з наведених вище рисунків, є дуже значним забруднювачем води у Дніпрі. Згідно даних ПАТ АК “Київводоканал”, щорічний скид цього підприємства за окремими показниками становить: завислі речовини – 5,1–5,3 тис. т, БСК₅ – 2,0–2,2 тис. т; ХСК – 20,0 тис. т; азот амонійний 2,0 тис. т;

нітрити – 0,4 тис. т; нітрати – 10,0 тис. т; фосфати – 1,4 тис. т; залізо загальне – 100 т; нафтопродукти – 20 т [11].

1.7 Характеристика гідрохімічного режиму

Київське водосховище є головним (верхнім) в Дніпровському каскаді. На відміну від інших водосховищ на Дніпрі, роль поверхневого стоку у формуванні його гідрохімічного режиму дуже вагома - розподіл припливу води до Київського водосховища з верхнього Дніпра, Прип'яті і, в меншій мірі, р. Тетерів носить, в основному, природний характер.

Гідрохімічні дослідження на Київському водосховищі мають довгу історію - почалися з перших років його становлення і тривали в наступні десятиліття аж до другої половини 90-х років минулого століття. Найбільш повна інформація про хімічний склад води водосховища була отримана в 1965-1967 і 1981-1985 рр. Дослідження проводили по стандартній сітці станцій Інституту гідробіології НАН України (м. Київ), що охоплює всю акваторію водосховища, і включали в себе визначення концентрації головних іонів, загальної мінералізації води, газового режиму, вмісту біогенних елементів і органічних речовин (з органічного вуглецю) і аналіз їх сезонної динаміки (включаючи зимовий сезон) [12, 19, 20]. Результати багаторічних досліджень дозволили встановити зміни в хімічному складі води водосховища, зокрема підвищення мінералізації води, зміни в співвідношенні головних іонів і основні чинники, їх що зумовлюють [20]. Аналіз багаторічної динаміки біогенних елементів у водоймі показав зниження концентрації неорганічних форм азоту і підвищення вмісту фосфат-іонів у воді, починаючи з 90-х рр. минулого століття, і дозволив встановити причини цих змін [12, 20]. З другої половини 90-х рр. гідрохімічні дослідження на Київському водосховищі носили фрагментарний характер [12]. В останні два десятиліття глобальні кліматичні зміни стали більш помітно проявлятися в

регіональному масштабі - в Україні, що не могло не відбитися на умовах функціонування екосистеми Київського водосховища і, зокрема, на його абіотичної складової - хімічному складі води.

Київське водосховище є головним в каскаді і найбільш північним. Перекриття Дніпра при його створенні здійснене греблею Київської ГЕС у листопаді 1964 р. Розташоване воно в лісовій зоні країни і приймає воду верхнього Дніпра (до 60 % стоку) і Прип'яті (близько 40% стоку). Малі притоки (Уж, Тетерів, Ірпінь та ін.) формують 5-6 % його загальної приточності. За показниками водообміну (10-15 разів на рік) у багатоводні роки водосховище відноситься до озерно-річкових водоймищ, в маловодні – до озерних (8-9 разів на рік) [10].

Мілководість (ділянки з глибинами до 2,5-3,0 м займають 33-48 % площі), достатньо великі величини сонячної енергії і вмісту біогенних елементів у воді сприяють заростанню водосховища вищими водними рослинами, особливо інтенсивному в північній мілководій частині, гирлах впадаючих річок (Тетерів та ін.), де чагарники з очерету і осоки місцями утворюють смуги шириною 150-200 м [10].

Мінімальна каламутність води спостерігається в листопаді-березні, весною каламутність води значно підвищується за рахунок поверхневих вод, особливо у верхній частині водосховища і дещо знижується до пригребельної. Прозорість води влітку в місцях скупчень синьо-зелених водоростей не перевищує 0,3-0,5 м [10].

Важливою особливістю водних мас водосховища є їх висока кольоровість, що досягає 70-100 град за хромо-кобальтовою шкалою. Це визначається надходженням вод Прип'яті, які значно багатше гуміновими речовинами, ніж води Дніпра. Саме прип'ятські води додають воді червонувато-бурий відтінок на відміну від світліших зеленуватих вод Дніпра [11].

Мінералізація води в період весняної повені (квітень-травень) складає 120-150 мг/л; влітку підвищується до 250-300 мг/л і максимальних значень (350-380 мг/л) досягає взимку і ранньою весною перед повінню. Особливо підвищується мінералізація в маловодні роки. У верхній частині водосховища вона звичайно дещо вища, ніж у пригребельній.

Особливо збагачується вода амонійним азотом у період літнього "цвітіння" і розкладання водоростей (до 2-3 мг/дм³ і вище). Київське водосховище бідне фосфором. Його вода більш насичена залізом, хоча загальний вміст останнього у водосховищах нижчий, ніж у річці до їх створення. Це пояснюється впливом багатих залізом вод Прип'яті, що стікають з боліт і характеризуються слабокислою реакцією, що сприяє розчиненню заліза і переходу його в колоїдний стан [10, 11].

У порівнянні з іншими водосховищами Київське характеризується мінімальними показниками вмісту кисню й порівняно невисокими межами його максимального насичення. У зимовий період під льодом реєструється дефіцит кисню, що зв'язано із виробітком водосховища і надходженням болотяних вод із низьким вмістом кисню. Це приводить до сильних заморів риби, які поширюються від верхніх до пригребельних ділянок водосховища.

Київське водосховище акумулює щорічно до 2 тис. т марганцю, принесеного річками. Максимальною концентрацією зваженого марганцю (12,5-80,0 мкг/дм³) характеризуються верхні ділянки водосховища в порівнянні з пригребельними (5,0-16,5 мкг/дм³) [10, 11]. Концентрація марганцю у воді значно змінюється за сезонами, роками, горизонтами і залежно від донних відкладень. В період падіння вмісту кисню концентрація у воді марганцю (над муловими відкладеннями) може підвищуватися до 1000 мкг/дм³, що служить перешкодою при підготовці питної води.

Якість води в Київському водосховищі в цілому задовільна. Проте в нижній його частині, особливо взимку, можуть спостерігатися перевищення нормативних показників кольоровості, вміст гумусу та інших органічних

речовин, погіршення газового режиму та ін. Влітку погіршення якості води відбувається при "цвітінні" і відмиранні синьо-зелених водоростей. Це свідчить про необхідність найуважливішого відношення до питань охорони водосховища від забруднення, евтрофування та інших несприятливих наслідків господарської діяльності людини у водоймищі й на площі водозбору [10, 11].

1.8 Екологічні проблеми Київського водосховища

Зараз багато розмов йде про Київське водосховище. Воно відіграло свою роль весною 1986 року — спрацювало як буфер для радіоактивних надходжень. Водосховище практично взяло на себе чорнобильський удар по водогосподарській екології. Сьогодні всі ці радіоактивні надходження замиті чистим піском. Якщо висушити водосховище, одразу ж потрібно буде вирішувати проблему утилізації мільйонів кубічних метрів радіоактивного мулу. Таким чином, ми ризикуємо отримати нову екологічну катастрофу, тому що пісок буде або рознесений по всій Україні, або буде знесений у нижчі водосховища [22].

На сьогоднішній день на донних ділянках Київського водосховища міститься велика кількість радіоактивних речовин. Як і раніше, головним джерелом зараження є річка Прип'ять. Якщо говорити про забруднення риби, яка водиться в цих водах, то на даний момент сучасні показники говорять про стабілізацію обстановки і про те, що екологічні умови прийшли в норму. Якість риби в річці Прип'ять набагато гірше. Краще в їжу вживати ту рибу, яка молодше, в ній менше радіонуклідів.

Треба сказати, що вже не перший рік ведеться дискусія про спуск Київського водосховища і відновлення раніше існуючого ландшафту. Прихильники спуску стверджують, що це благотворно позначиться на проточності таких річок, як Прип'ять і Дніпро, це поліпшить їх екологію.

Противники стверджують, що це, навпаки, позначиться негативно, перш за все, через те, що дно водосховища сильно забруднено радіонуклідами, особливо місце впадання в нього річки Прип'ять. Якщо воду спустити, то ці ділянки не тільки оголяться, але і осушать, а згодом стануть поширювати радіоактивний пил, який буде розноситися на значні території та негативно позначатися на здоров'ї населення. Крім того, буде спостерігатися тривале гниття мулу на цих територіях, що теж небажано [22].

Розташоване водосховище в лісовій зоні країни і приймає воду верхнього Дніпра (до 60% стоку) і Прип'яті (близько 40% стоку) [10].

Міжнародні організації вважають Київське водосховище найнебезпечнішим об'єктом на земній кулі. Аварійність греблі Київської ГЕС становить сьогодні 93%. Про це заявив керівник незалежної міжнародної групи вчених з прогнозування наслідків катастроф Василь Кредо [21, 22]. За таких умов суттєво зростає ризик техногенної катастрофи не лише в наслідок руйнування споруд, що регулюють рівень води в Київському водосховищі. Хвиля, яка утвориться при прориві цієї греблі, може спровокувати ланцюгову реакцію на водосховищах, розташованих нижче за течією.

Після вибуху Чорнобильської АЕС більша частина радіоактивного пилу та інших решток осіла на дно водосховища. Зараз ці рештки є частиною мулу, що формує дно водосховища, і в разі висушування ці шкідливі рештки фактично будуть вивільнені назовні. Дискусія щодо доцільності спуску Київського водосховища ведеться вже не перший рік. Активісти вважають, що після спуску Київського водосховища покращиться проточність у річках Прип'ять і Дніпро, що сприятливо позначиться на екологічному стані річок, а також зумовить поліпшення якості води у водоймах річки Дніпро. За оцінками експертів, сьогодні на дні Київського водосховища накопичилося близько 7200 Кюрі цезію-137. Не зважаючи на те, що середні показники питомої радіоактивності риби не перевищують допустимих рівнів, близько

20 її відсотків, виловленої поблизу Києва, мають високі рівні забруднення [21, 22].

У Київському водосховищі знаходиться 90 млн. куб. м радіоактивного мулу. Про це заявив директор науково-дослідного Інституту водогосподарськоекоекологічних проблем Анатолій Яцик. «У 1986 році Київське водосховище спрацювало як буфер, і сьогодні там лежить 90 млн. куб. м радіоактивного мулу. Це фактично 330 тис. залізничних вагонів. Дехто каже, мовляв, давайте спустимо каскад, але якщо до цього вдатися, біда не буде кратною навіть Чорнобиллю» [22].

Також постійно зростає рівень екологічної небезпеки з боку очисних споруд м. Київ внаслідок зношеності та відпрацювання ресурсу обладнання на багатьох з них. Так аварія на Бортницькій станції аерації 10 квітня 2013 р. створила загрозу біологічного та хімічного забруднення вод Дніпра. Ситуація ускладнилася тим, що фахівці екологи не були вчасно допущені на місце аварії, а проект реконструкції БСА, обладнання якої застаріло, не оприлюднювався [22].

"За кордоном Київське водосховище вважають одним з найнебезпечніших об'єктів у світі, справедливо вказуючи, що з урахуванням такої великої кількості води, що знаходиться в Київському водосховищі (4,15 млн. м³). Структура Київської ГЕС повинна бути набагато міцніше. Крім того, фахівці НМГУ стверджують: дамба покрита тріщинами, які збільшуються через вібрації, що може призвести до катастрофи. Українські екологи з цією оцінкою також згодні оскільки ГЕС має велику кількість тріщин на дорозі, що пролягає над Київською ГЕС. Викликають занепокоєння і шлюзи, які навряд чи впораються з аварійним скиданням води. Тому, якщо запустити всі 20 турбін ГЕС на повну потужність, то, за твердженням ряду екологів, перегородка не витримає і гребля може бути прорвана" [21, 22]. Можлива техногенна катастрофа в результаті руйнування греблі і дамби Київської ГЕС. Припустимо, що в проран дамби хлине потік

води зі швидкістю 200 м³/с. Протягом декількох хвилин цей потік досягне бетонної дамби правого берега водосховища, попутно підхоплюючи частину води разом з радіоактивним мулом. На першому етапі цей потік розіб'ється об дамбу на три частини: одна переллється через дамбу до обвідного каналу; друга розгорнеться вправо до греблі ГЕС і основна його частина розгорнеться вліво вгору за течією і у вигляді цунамі - хвилі заввишки три - п'ять метрів повернуться до правого берега в районі Старих Петрівців - Лютежа і вище. При цьому радіоактивний бруд накриє цю територію на кілька кілометрів углиб Вишгородського району і зробить її непридатною для проживання. На другому етапі піднята потоком хвиля спрямується на греблю ГЕС і через праву земляну частину греблі, розмиваючи її в проран, може прорватися вниз за течією, що створює пряму загрозу техногенної катастрофи для жителів Києва та інших районів вниз за течією Дніпра. Протягом 20 хвилин знищуються шість районів міста Києва, підтоплюється вся прилегла до річки Дніпро територія від Київської ГЕС до Канівської ГЕС, заражається високорадіоактивним мулом річка Дніпро з прилеглою територією і велика частина Чорного моря, що, у свою чергу, заражає всі джерела водопостачання населення від Києва до гирла Дніпра.

Сьогодні вже доведено, що колишня доцільність будівництва гребель на Дніпрі в ХХ столітті значно перебивається збитками, які вони приносять народів України в ХХІ столітті [21, 22].

При каскадному розташуванні водосховищ, чинники, які раніше визначали природний режим, тепер впливають лише на верхнє - Київське водосховище.

Найбільше забруднено водосховище біогенними, органічними і поверхнево-активними речовинами, нафтопродуктами, фенолами, пестицидами, важкими металами та ін. Концентрації нітритів, амонійного азоту, фенолів, нафтопродуктів, пестицидів (ГХЦГ) здебільшого перевищує ГДК для водойм господарсько-питного водокористування. Особливо високий

вміст NO_2 [23]. Його концентрація перевищує ГДК у 5-25 разів. Не менш небезпечними є забруднення вод фенолами та органічними речовинами, вміст яких вищий за ГДК відповідно у 2-25 та 2-6 разів. За одночасного вмісту у воді великої кількості органічних речовин та амонійного азоту утворюються сильнодіючі токсичні речовини, концентрація яких більша за ГДК для водойм питного значення [23].

Одним із основних забруднювачів водосховища є нафтопродукти. З всієї кількості, що потрапляє у воду, близько 40% залишається у воді у вигляді емульсії і стільки ж осідає на дно, а 20% утворюють на поверхні води плівку, яка погіршує аерацію води. Крім цього адсорбовані донними відкладами нафтопродукти відокремлюють фауну і флору дна від іншої частини водосховищ і стають причиною вторинного забруднення води.

В Київському водосховищі вміст нафтопродуктів іноді перевищує ГДК для питної води у 4-6 рази. Нафтопродукти, особливо ароматичні вуглеводні, є токсичними для організму людини, негативно впливають на серцево-судинну і нервову системи.

Велику небезпеку становлять й пестициди. Найнебезпечнішими є хлорорганічні пестициди (ХОП), особливо ДДТ й ГХЦГ, та їх метаболіти. Незважаючи на те, що у більшості країн світу, у тому числі і в Україні, ДДТ не використовується, внаслідок високої персистентності їх вміст подекуди досить високий. Найбільше їх міститься у донних відкладах водосховища [23].

Важкі метали (Fe, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Mn, Cr та ін.) - одна з основних груп хімічного забруднення водосховищ. 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 в дніпровські водосховища 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 [23].

Дніпровські водосховища є потужним геохімічним бар'єром для важких металів. Процеси сорбції їх на завислих речовинах, гідроліз, осадження та співосадження в умовах уповільненого стоку сприяють вилученню їх з води і накопиченню у донних відкладах. Одночасно при зміні фізико-хімічних умов у придонних шарах води, донні відклади можуть стати джерелом вторинного забруднення. Така вірогідність існує й при зміні гідродинамічних умов водного середовища (збільшення швидкості течії, вітрохвильове перемішування водних мас) [23].

Важливу роль у відтворенні водних ресурсів та забезпеченні ними потреб користувачів відіграє і відіграватиме регулювання річкового стоку та його територіального розподілу. Зі створенням водосховищ Дніпровського каскаду було розв'язано проблеми забезпечення водою населення, промисловості й сільського господарства, збільшення обсягу водоспоживання та більш рівномірного його розподілу протягом року, оскільки 70% об'єму стоку на Дніпрі припадає на час весняної повені, забезпечено роботу гідроелектричних, теплових та атомних станцій, водного транспорту, захист долини річки від катастрофічних повеней тощо [23].

Але водночас створення великих водосховищ було пов'язане із затопленням значних площ земель, зміною гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів річки, перетворенням річкової екосистеми на озерно-річкову з відповідним уповільненням водообміну та самоочищення вод, значними витратами на інфільтрацію та випаровування [23].

За розрахунками Укрводпроекту, 45% водоспоживачів після спуску водосховищ залишаться без води протягом усього року, окрім періоду весняної повені. Залишиться без води місто Київ, оскільки Деснянська та Дніпровська водопровідні станції можуть працювати лише при рівні води у Київському водосховищі не нижче 89,3 м; а загалом припинять свою роботу

близько 40 водозаборів потужністю 150 м³/с, а також 35 сільськогосподарських водозаборів потужністю 32 м³/с, які беруть воду з водосховища.

На думку експертів, енергетична система України не зможе повноцінно функціонувати без ГЕС, незважаючи на те, що ворибіток ними електроенергії становить лише 5-7% від загального її виробітку, оскільки вони виконують роль аварійного резерву потужності енергосистеми країни, а також є основним регулятором частоти та потужності енергосистеми України, тобто знімають пікове навантаження на неї. Інакше двічі на добу (вранці та ввечері) доведеться вимикати з енергосистеми третину споживачів [23].

Окрім цього значно погіршиться санітарно-епідемологічний стан Дніпра внаслідок радіоактивного забруднення донних відкладів водосховищ (їх накопичення на гідродинамічно нестійкій масі мулу створює передумови для перерозподілу радіонуклідів вниз за течією, який може бути значно прискорений спуском водосховищ). Звільнені при цьому значні площі мілководдя з неdezактивованим та неутілізованим радіоактивним мулом стануть причиною вторинного радіоактивного забруднення довкілля.

Великої шкоди завдає гідробіологічне забруднення водойм, яке є наслідком надходження у водне середовище разом зі змитими мінеральними добривами різних біогенних елементів (азот, фосфор). Вони зумовлюють розвиток водної рослинності, мікроорганізмів й так зване "цвітіння" води.

За даними науково-дослідних установ УААН, від ерозії ґрунти щороку втрачають стільки поживних елементів, скільки їх міститься у 1,5 млн т мінеральних добрив (у перерахунку на 100% поживних речовин). Це означає, що разом із продуктами ерозії щороку вимивається з ґрунту 1 млн т азоту, 350 тис. т фосфору і 150 тис. т калію, 10-30% яких потрапляє у водойми [23].

Сільськогосподарське виробництво, отже, є одним з головних джерел забруднення водойм біогенними хімічними елементами, не властивими природним водам штучними неорганічними та органічними речовинами

токсичної групи (пестициди, гербіциди, бензапірен тощо). Останні негативно впливають насамперед на якість водних ресурсів і життєдіяльність гідробіонтів. До того ж вони практично не знешкоджуються наявними водоочисними спорудами [23].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ

Оцінку якості води проводять на основі системи показників, тому що не існує одного показника, який би зміг охарактеризувати весь комплекс характеристик води. Показники якості води поділяються на фізичні, хімічні бактеріологічні та гідробіологічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До загального відносять показники, які характерні для будь-яких водних об'єктів. Від природних умов місцевості залежить кількість присутніх у воді специфічних показників, вміст яких також обумовлений особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт. До основних фізичних показників якості води також відноситься температура [24].

Температура водного об'єкту залежить від одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Вона впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C). Вона являє собою важливу гідрологічну характеристику водойми та є показником можливого теплового забруднення, яке відбувається зазвичай в результаті використання води для відводу надлишкового тепла і скидання води з підвищеною температурою у водойму. При тепловому забрудненні, як правило, підвищується температура води у водоймі в порівнянні з природними значеннями температур в одних і тих самих точках у відповідні періоди сезону [24].

Основними джерелами промислових теплових забруднень є теплі води електростанцій (насамперед атомних) і великих промислових підприємств, що утворюються в результаті відведення тепла від нагрітих агрегатів і машин. У водойми часто надходять скидні води від електростанцій, температура яких може бути на 8-12 °C більше від тих вод, які забираються з

того ж водоймища. Теплове забруднення для водойм є небезпечним, воно 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. Як правило 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 верствам, 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.[24].

Фахівці встановили: щоб не допустити незворотних порушень екологічної рівноваги, температура води у водоймі влітку в результаті спуску забруднених (теплих) вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3 °С у порівнянні із середньомісячною температурою самого жаркого року за останні 10 років.

Будь-яке знайомство з властивостями води розпочинається з визначення органолептичних показників, для визначення яких нам знадобляться лише наші органи чуття (зір, нюх та смак). Органолептична оцінка приносить багато прямої і непрямой інформації про склад води і може бути проведена швидко і без будь-яких приладів. До органолептичних характеристик відносяться кольоровість, мутність (прозорість), запах, смак і присмак [24].

Запах воді надають специфічні речовини, що надходять у водойми в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що утримуються у воді, і надходження з зовнішніх джерел. Запах води вимірюється в балах. Наявність пахучих летких речовин, які потрапляють до водойми природним шляхом або зі стічними водами також формують, притаманний їм, запах води. Практично всі органічні речовини (в особливості рідкі) мають запах і передають його воді. Зазвичай запах визначають при нормальній (20 °C) і при підвищеній (60 °C) температурах 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 [24].

Таблиця 2.1 – Характер та інтенсивність запаху [24]

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

Інтенсивність запаху оцінюють за 5-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.2 [24]

Таблиця 2.2 - Інтенсивність запаху

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 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 [24].

Каламутність води характеризується вмістом зважених у воді дрібнодисперсних домішок, що представляють собою нерозчинні або колоїдні частки 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 грубо дисперсні домішки;
- визначаються гравіметричним способом після фільтрування проби, по приросту ваги висушеного фільтра.

Цей показник зазвичай малоінформативний і має значення, головним чином, для стічних вод [24].

Наявність органічних забарвлених сполук також впливає на ступінь каламутності вод. До водного об'єкту вони надходять внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньо водоймових продуційних процесів, з підземним стоком та від антропогенних джерел. При високій кольоровості води, як правило, знижуються органолептичні властивості води, зменшується вміст розчиненого кисню. Вимірюють її в градусах. Кольоровість є властивістю природної води, вона обумовлена присутністю гумінових речовин і комплексних сполук заліза. Кольоровість води також залежить від властивостей і структури дна водойми, характеру водної рослинності, прилеглих до водойми ґрунтів, наявністю в басейні боліт і торфовищ та ін. Кольоровість води визначають візуально або фотометричним методом, 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 [24].

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. Від кількості домішок зважених речовин у воді залежить на яку глибину зможуть проникнути промені сонячного світла. При великому вмісті у воді зважених часток погіршуються життєдіяльність гідробіонтів, що призводить до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст зважених речовин вимірюється в мг/дм³ [24]

Бактеріологічні показники говорять про забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять:

- колі-індекс - кількість кишкових паличок в одному літрі води;
- колі-титр - кількість води, вимірюється в мілілітрах, у якому може бути виявлена одна кишкова паличка;
- чисельність лактозо-позитивних кишкових паличок;
- чисельність коліфагів [24].

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 [24].

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 [24].

Оцінка якості води за видовою розмаїтістю організмів. Зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів видова розмаїтість, завжди знижується. Тому зміна видової розмаїтості є показником зміни якості води. Оцінку видової розмаїтості здійснюють на основі індексів розмаїтості (індекси Маргалефа, Шеннона й ін.) [25].

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 [26].

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 [27];

- 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 [28];

- 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 (БСК₅) і двадцять діб (БСК₂₀). БСК₂₀ 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 [28];

- 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 [28];

- 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 внутрішньо водоймові 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 [28];

- 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 внутрішньо водоймових

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 [28];

- 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 гідробіонти 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. Ряд показників якості води, так чи інакше, пов'язаний з визначенням концентрації розчинених у воді різних мінеральних речовин. 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/дм^3 . Можна виділити дві групи мінеральних солей, які зазвичай зустрічаються в природних водах [29].

Як видно з табл. 2.3, основний внесок в мінеральний склад вносять солі першої 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 другої групи також необхідно враховувати при оцінці якості води, тому що на кожен з них встановлено значення ГДК, хоча вони вносять незначний внесок у солеміст природних вод.

До специфічних показників якості води, які зустрічаються найбільш часто, відносяться [30]:

- 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 [30];

- 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 може виділятися в результаті внутрішньо-водоймових процесів [30].

Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи [31].

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-водоємних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [31].

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. Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи [31].

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-водоємних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [31].

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-водоємних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [31].

Таблиця 2.3 - Основні компоненти мінерального складу води [30]

Компонент мінерального складу води	Гранично-допустима Концентрація (ГДК) ₁₅
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 ⁺)	0,3мг/ 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

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 [31].

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 [31].

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Під час досліджень нами було визначено, що води Київського водосховища в межах всіх досліджуваних створах належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію, що є типовим для даної географічної зони і свідчить про відсутність значного забруднення. Мінералізація води на всіх 5 створах водосховища є близькою до середніх значень — у межах 199–428 мг/дм³. Концентрація основного катіону — кальцію у воді значна та відповідає нормативу, а також коливалась на різних створах від 31,3 до 67,3 мг/дм³. Це достатня кількість кальцію у воді, необхідна для росту риби, сприяє забуференості водної системи і робить її більш стійкою до забруднювачів. Вміст у воді магнію на всіх створах не перевищував нормативу (30 мг/дм³) та коливався у межах 3,4–21,9 мг/дм³. У межах норми у воді водосховища встановлено також концентрації катіонів натрію та калію (9,0 – 16,0 мг/дм³ та 1,5 – 4,0 відповідно).

Загальна жорсткість вод по всьому водосховищу незначна, та коливається в межах від 2,18 до 4,24 мг-екв/дм³. Вміст основного аніону — гідрокарбонатів (HCO_3^-) змінювався у межах від 125 до 230 мг/дм³. Концентрації хлоридів та сульфатів у водах Київського водосховища протягом всього періоду досліджень були невисокими, які становили відповідно від 10,1 до 26,9 та від 5,6 до 40,9 мг/дм³. Усі зазначені показники відповідали нормативам.

Значення водневого показника (рН) також перебували у межах нормативів — 6,91–8,25. Найменше значення рН відмічено у пониззі водосховища на 5 створі біля села Новопетрівка (6,91), найвище — у водах середньої частини водосховища на 4 створі біля села Зелений мис (8,25), тобто водне середовище Київського водосховища змінювалося від слаболужного до лужного.

Вміст вільного аміаку (NH_3) у воді Київського водосховища коливався від 0,01 до 0,08 мг N/дм³ (ГДК — 0,05 мгN/дм³). Підвищення концентрації вільного аміаку зафіксоване у водах середньої частини водосховища на 4 створі (0,08 мг N/дм³) та у пониззі водосховища на 5 створі (0,08 мг N/дм³) та складало 0,08 мгN/дм³. Відомо, що аміак накопичується у водах водойм при біодеструкції органічних речовин та внаслідок забруднення води стоками промислових та побутових підприємств, а також сільськогосподарського виробництва і вміст його у воді понад нормативу є токсичним для риби [34, 35].

Кількість легкокорозчинної органічної речовини, яка є одним з основних забруднювачів води водойм, визначали за перманганатною та біхроматною окислюваністю. У водах на всіх досліджуваних створах водосховища значення перманганатної окислюваності змінювалось від 9,30 до 12,9 мгО/дм (ГДК — 15,0 мгО/л) та біхроматної окислюваності – від 21,0 до 50,4 мгО/дм³, тобто не перевищували нормативи.

Аналізи води на присутність біогенних елементів показали, що в ній наявні азот амонійний (NH_4^+), нітрити (NO_2^-), нітрати (NO_3^-), мінеральний фосфор (PO_4) та залізо загальне (Fe_2^+ , Fe_3^+).

Значення концентрації азоту амонійного, який присутній у воді водойм внаслідок розпаду білкових речовин та сечовини і відіграє значну роль в утворенні первинної продукції, на всіх досліджуваних створах перевищувало ГДК у 1,25–1,8 рази (0,56–0,68 мгN/дм³).

Вміст нітритів та нітратів не перевищував ГДК, дорівнюючи відповідно 0,007–0,027 мгN/дм³ та 0,11–0,37 мгN/дм³.

Концентрація іонів мінерального фосфору у воді Київського водосховища на рівні 0,026–0,181 мг/дм³ не перевищувала нормативу і була достатньою для розвитку фітопланктону. Вміст загального заліза у воді всіх станцій водосховища не відповідав нормативам і становив 0,07–0,98 мг/дм³, що перевищувало ГДК до 10 раз.

Таким чином, більшість визначених показників якості води Київського водосховища не перевищувала нормативні значення галузевого стандарту, крім концентрації заліза загального. Перевищення нормативів відмічене за вмістом у воді легкокорозинної органічної речовини, амонійного азоту на всіх створах водосховища. Підвищення концентрацій легкокорозинної органічної речовини, амонійного азоту та вільного аміаку могло бути зумовлене біологічними процесами у воді водосховища за підвищених температур.

Київське водосховище є верхнім на дніпровському каскаді. Воно першим прийняло на себе удар чорнобильської аварії. За даними радіаційного моніторингу всього у Дніпровський каскад водосховищ з аерозольним випаданням і річковим припливом надійшло не менше 6000 Кі цезію-137 і 5000 Кі стронцію-90. Екосистеми затримали біля 99 % цезію-137 і 70 % стронцію-90. Основна частина (до 70 %) затриманих радіонуклідів депонована у донних відкладах Київського водосховища.

Зараз радіонукліди сорбовані мінеральними й органічними компонентами ґрунтів і тому істотної небезпеки не становлять. На сучасний режим радіаційного забруднення в Київському водосховищі впливають головним чином надходження радіонуклідів із річковим стоком Прип'яті та верхнього Дніпра під час повені і паводків, де вони переважно і акумулюються.

3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод Київського водосховища

Найбільшими забруднювачами Київського водосховища є комунальне господарство, хімічна промисловість, транспортне машинобудування та сільське господарство. Зі стоком із сільськогосподарських угідь у водні об'єкти Київського водосховища надходять 28% азоту й 7,4% фосфору. В

цілому з території Київського водосховища за рік виноситься 9,6 тис. т азоту, 0,34 тис. т фосфору та 0,78 т пестицидів. Отже, сільське господарство є одним з основних джерел потрапляння у водосховище біогенних елементів. Особливу занепокоєність викликає зростання концентрації в них синтетичних поверхнево-активних речовин, які практично не знешкоджуються наявними очисними спорудами і негативно впливають на якість води та життєдіяльність гідробіонтів [34].

Централізовані системи каналізації є в 94% селищ міського типу та близько 3% сільських населених пунктів. Велика кількість забруднень змивається із щільнозабруднених територій міст, площа яких становить 5% площі акваторії водосховища [34].

Ситуація у Київському водосховищі ускладнюється також значним рівнем розвитку ерозійних процесів та руйнування берегів. Тривають процеси підтоплення та затоплення земель. З цими процесами пов'язані такі негативні явища, як трансформація земель, деградація тваринного та рослинного світу, замулення та заболочення, евтрофікація водойм [34].

Таким чином, основними причинами забруднення поверхневих вод Київського водосховища є:

- 1) застарілі методи очищення стічних вод;
- 2) аварійні скиди підприємств хімічної промисловості;
- 3) поверхневий стік води з сільськогосподарських угідь та безпосередня близькість тваринних комплексів до гідрологічних об'єктів;
- 4) екологічно необґрунтоване зарегулювання малих та середніх річок [34].

Проблема оцінки якості поверхневих вод сьогодні є актуальною не лише для екологів, а й для широкого кола споживачів води, і вимагає постійної уваги у зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням на водні об'єкти. Вивчення екологічного стану природних вод має важливе значення для наукових досліджень і практичних потреб, оскільки дає змогу

раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення.

Виникає потреба наукового обґрунтування раціонального водокористування та розробки заходів охорони вод Київського водосховища від забруднення. І першим кроком на цьому шляху є оцінка якості вод. Сьогодні цій проблемі присвячено чимало наукових праць [34].

Об'єктом нашого дослідження є басейн Київського водосховища. Головним мотивом у виборі об'єкта дослідження були особливості географічного положення басейну.

Якість поверхневих вод, відповідає вимогам, які пред'являються до водних об'єктів рибогосподарського призначення за винятком заліза загального, амоній-іонів, нітрит-іонів та БСК₅. Перевищення цих показників пояснюється переважно особливостями господарства місцевості та природними факторами. Забруднення амоній-іонами, нітрит-іонами пов'язане з антропогенними джерелами забруднення, які надходять з підприємств комунального господарства та промислових підприємств [34].

3.2 Динаміка деяких гідрохімічних показників якості води у часі та просторі

На основі даних спостережень за досліджуваний період 2011-2015 року (додаток А) були побудовані графіки зміни концентрації забруднюючих речовин для 5 створів спостережень на прилеглих територіях Київського водосховища. На графіках 3.1 - 3.5 представлена зміна концентрації таких домішок як: розчинений кисень, БСК₅, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний. На рис 3.1 представлений графік зміни концентрації розчиненого кисню для 5 контрольних створів за досліджуваний період.

Проаналізувавши графік можна зробити висновок, що усі значення концентрації розчиненого кисню у водах Київського водосховища за період спостережень перевищують значення гранично-допустимої концентрації (ГДК для розчиненого кисню не менше 6).

Зміна БСК₅ на 5 контрольних створах в яких проводились спостереження за період з 2011 по 2015 рік представлена на рис 3.2.

Згідно з графіком ми бачимо, що значення вмісту БСК₅ за досліджуваний період знаходиться в межах гранично-допустимої концентрації (ГДК 3 мгО₂/дм³), окрім 2012 року, де незначче перевищення ГДК спостерігалось на 3 створі.

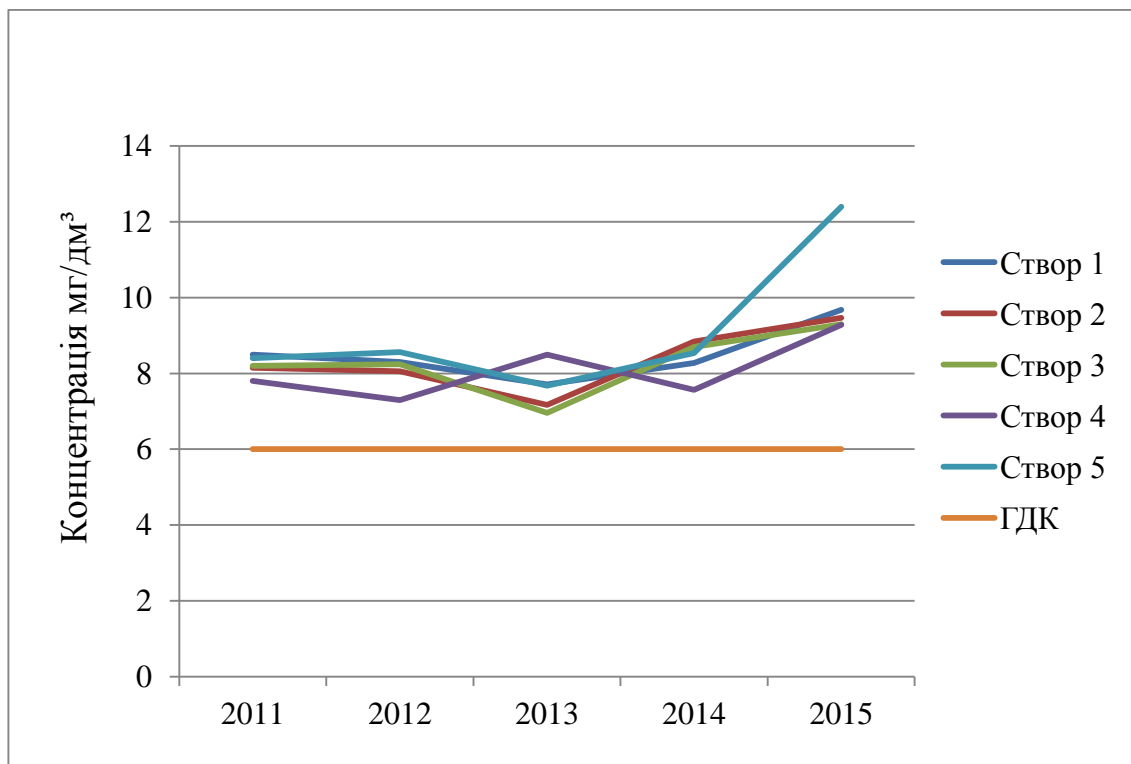


Рис 3.1 Зміна концентрації розчиненого кисню за період 2011-2015 рр

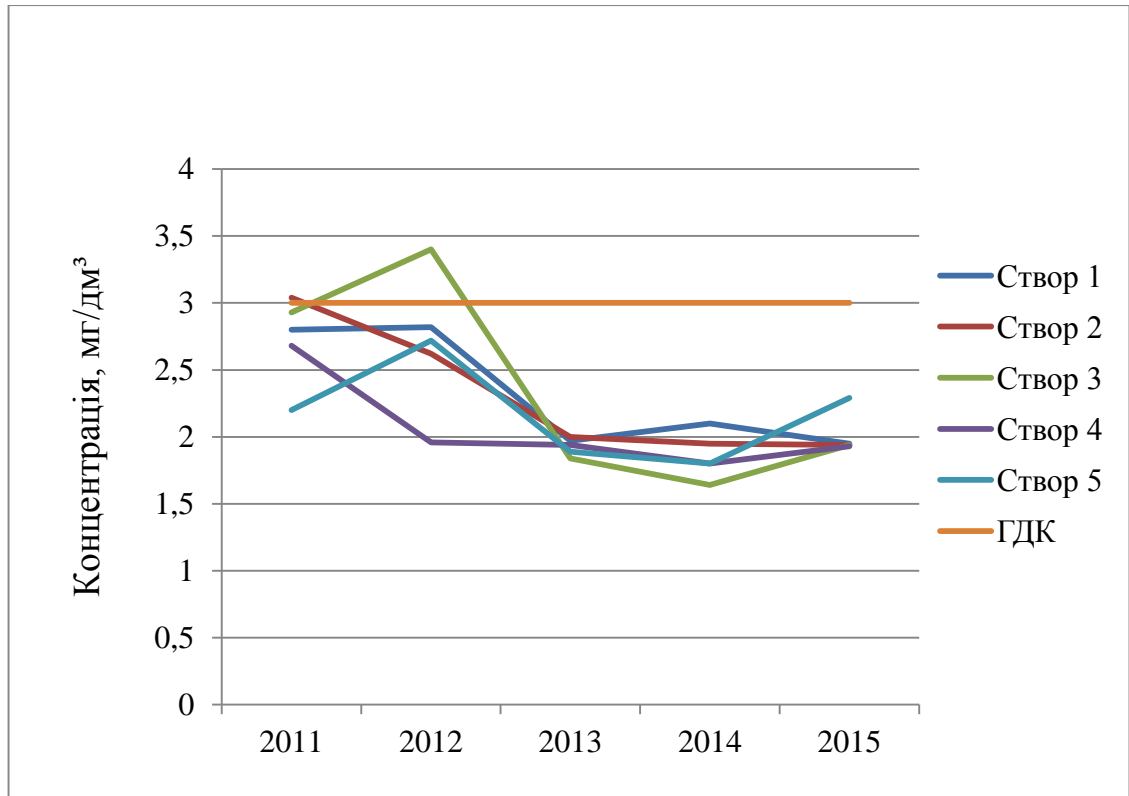


Рис 3.2 Зміна БСК₅ на 5 контрольних створах за період 2011 – 2015 рр

На рис 3.3 наведена зміна концентрації фенолів для 5 контрольних створів за період з 2011 по 2015 роки.

Аналізуючи графік можна зробити висновок, що значення показників концентрації фенолів в водах Київського водосховища за досліджуваний період перевищували значення гранично-допустимої концентрації (ГДК 0,001 мг/дм³) на всіх створах протягом всього періоду досліджень, а у 2012 році на більшості створах спостерігалось максимальне перевищення ГДК (у 6-7 раз). Максимальні значення вмісту концентрацій фенолів було отримано в 2012 р на 2 створі, менші значення концентрації фенолів спостерігались в цьому ж році на 1, 3 та 4 створах, а також в 2014 році на 5 створі.

На рис 3.4 представлений графік зміни концентрації азоту амонійного для 5 контрольних створів за досліджуваний період 2011 – 2015 рр.

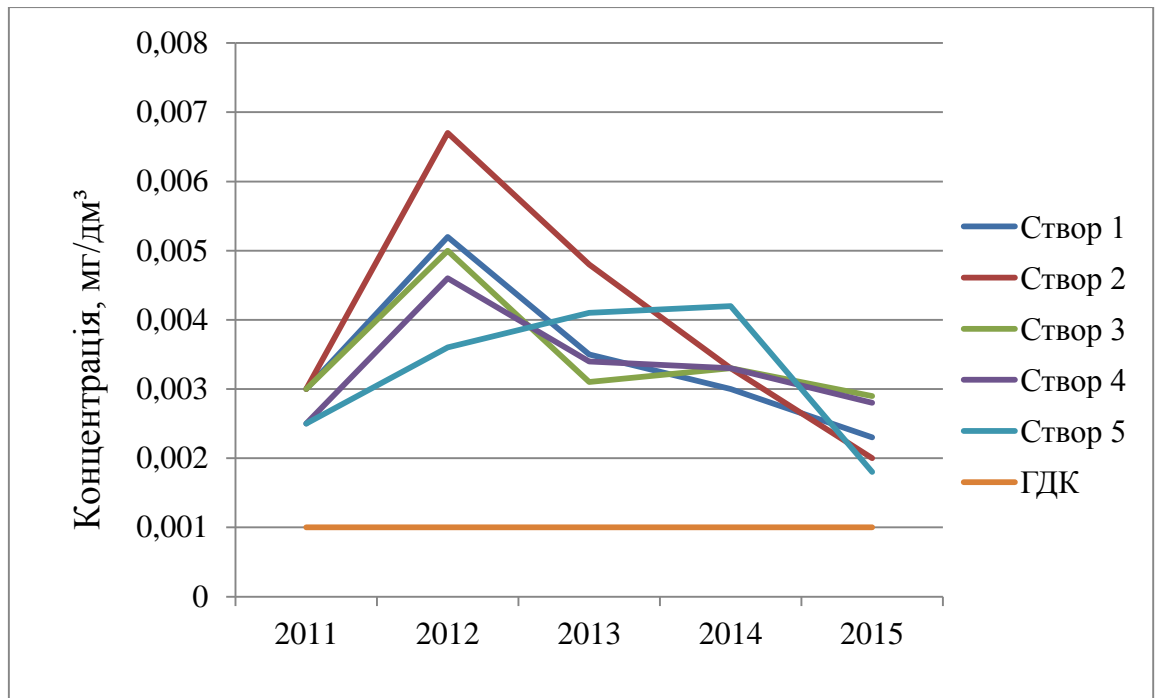


Рис 3.3 Зміна концентрації фенолів для 5 контрольних створів за період 2011 – 2015 рр

Проаналізувавши усі дані спостережень за період 2011-2015 роки можна зробити висновок, що в водах Київського водосховища домішки фенолів, які значно перевищують гранично-допустиму концентрацію спостерігались на всіх створах за досліджуваний період.

Загалом якість води для рибогосподарських потреб у водосховищі не завжди відповідає нормам та потребує очищення, особливо від надмірної концентрації фенолів.

3.3 Оцінка якості води Київського водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ)

3.3.1 Методика розрахунку

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 [31].

За період 2011-2015 рр за даними спостережень 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:

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

де ІЗВ – індекс забруднення вод;

ГДК_i – гранично допустима концентрація хімічного компонента;

C_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 перевага надається речовинам, які мають токсикологічну ознаку шкідливості [32].

Протягом досліджуваного періоду загальний рівень забруднення за середніми значеннями індексу забруднення постійний і коливається в межах від «чиста» (II клас якості води) до «помірно забруднена» (III клас якості води) (табл. 3.1).

Проведена екологічна оцінка якості вод Київського водосховища в межах Київської області дала змогу оцінити ситуацію, що склалася в досліджуваному водному об'єкті, і класифікувати її за ступенем придатності для основних видів водоспоживання (табл. 3.1).

З урахуванням того, що величина біохімічного споживання кисню (БСК₅) є інтегральним показником наявності легкоокислюваних органічних речовин (ГДК для повного БСК становить 3 мг/л щодо O₂), а також того, що зі зростанням вмісту легкоокислюваних органічних речовин і зменшенням вмісту розчиненого кисню якість вод знижується непропорційно різко,

нормативи для цих показників при розрахунках ІЗВ беруться дещо інші, ніж ГДК (табл. 3.2).

Таблиця 3.1- Критерії оцінки якості вод за ІЗВ [32]

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

Таблиця 3.2 - Нормативи для БСК₅ при розрахунках ІЗВ [32]

БСК ₅ , мг/л щодо O ₂	Норматив
До 3	3
3-15	2
Понад 15	1

Причому, на відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив/реальна концентрація (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Нормативи для O₂ при розрахунках ІЗВ, мг/дм³ [32]

Розчинений кисень	Норматив
Понад 6	6
Менше 6-5	12
Менше 5-4	20
Менше 4-3	30
Менше 3-2	40
Менше 2-1	50
Менше 1-0	60

Для розрахунку використовувались ГДК для рибогосподарських потреб, які вказані в табл. 3.4

Таблиця 3.4 - Значення ГДК для окремих елементів [32]

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

3.3.2 Розрахункова частина

Для досліджуваного об'єкта за формулою (3.1) розраховані ІЗВ, результати яких наведені в додатку А.1. При дослідженні було використано показники вмісту забруднюючих речовин у десяти контрольних, а саме БСК₅, О₂, азоту амонійного, азоту нітритного, фенолів, нафтопродуктів.

Отже, можна сказати про те що протягом п'яти років практично не спостерігались перевищення значень досліджуваних показників.

На основі отриманих даних були побудовані графіки зміни концентрацій забруднюючих речовин для кожного року на 5 контрольних створах, представлені на рис 3.4-3.8.

На рис 3.4 надані значення показника ІЗВ, які були розраховані на кожному з 5 контрольних створів за даними 2011 року. Аналіз показує, що значення ІЗВ на різних створах знаходиться в діапазоні II класу якості вод. Максимальне значення ІЗВ складає 1,5 на 4 створі, а мінімальне значення – 1,27 на 5 створі. Охарактеризувати якість вод на основі отриманих класів можна як чисті.

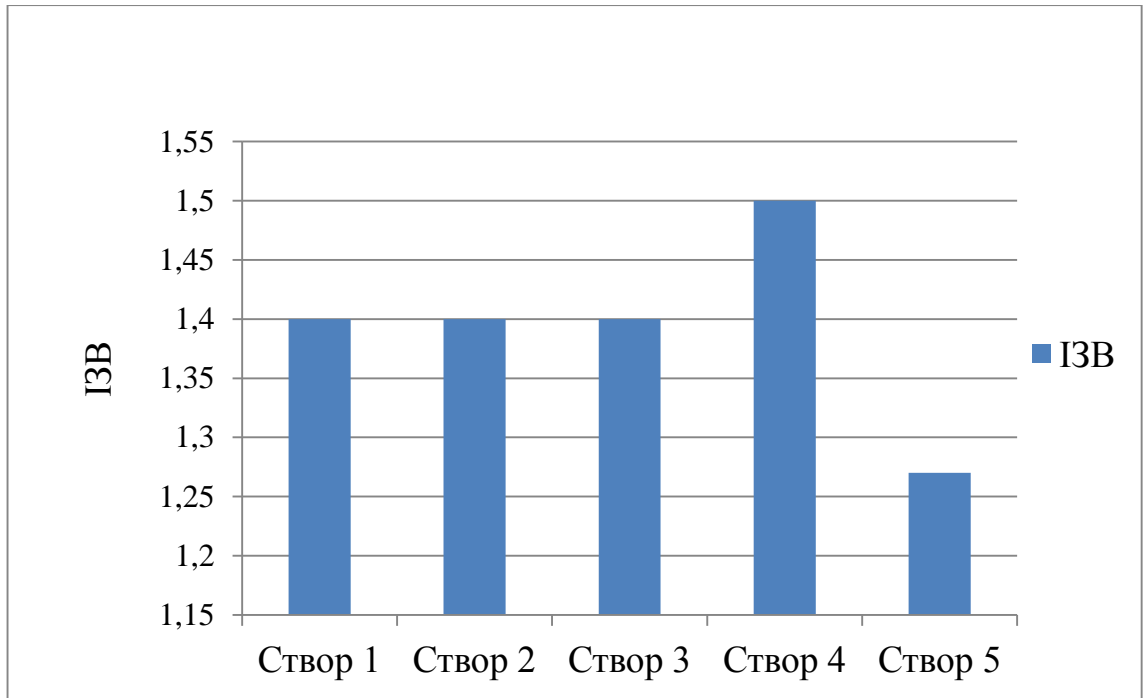


Рис 3.4 Зміна показників ІЗВ протягом 2011 року

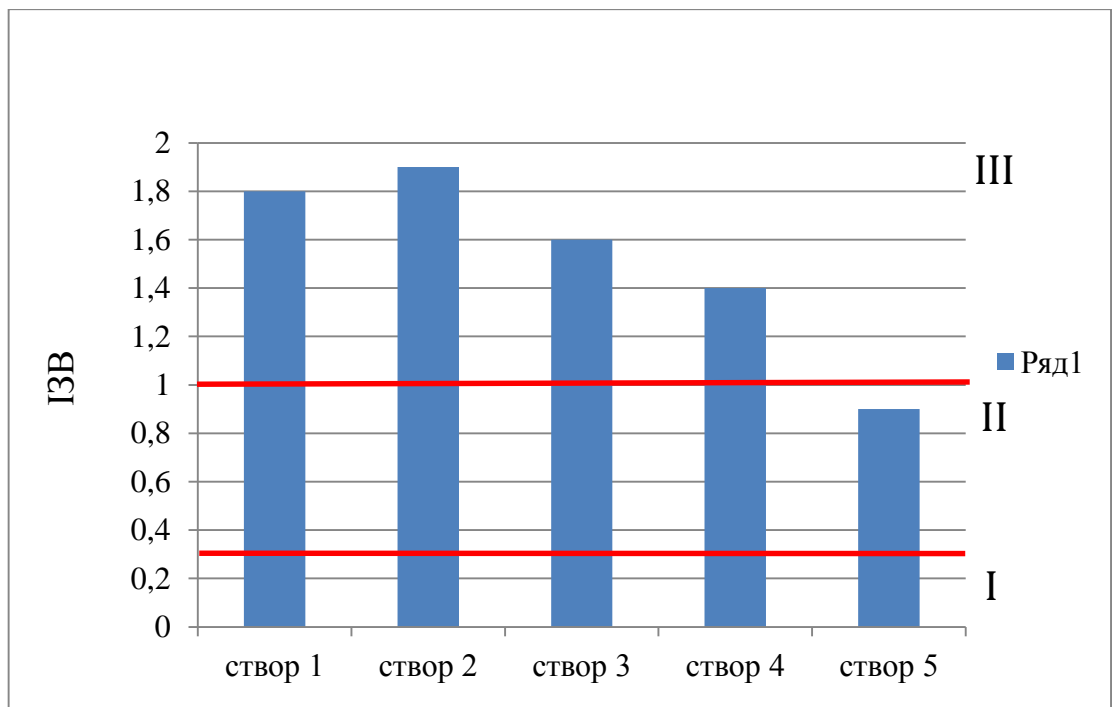


Рис 3.5 Зміна показників ІЗВ протягом 2012 року

На рис 3.5 представлена зміна ІЗВ для кожного контрольного створу за 2012 рік. Аналіз показує, що значення ІЗВ на 5 контрольних створах спостережень знаходились в межах II та III класів якості, що характеризує води як чисті на 5 створі, а на 1, 2, 3 та 4 створах як помірно забруднені. Максимальне значення ІЗВ складає 1,9 на 2 створі, а мінімальне значення – 0,9 на 4 створі.

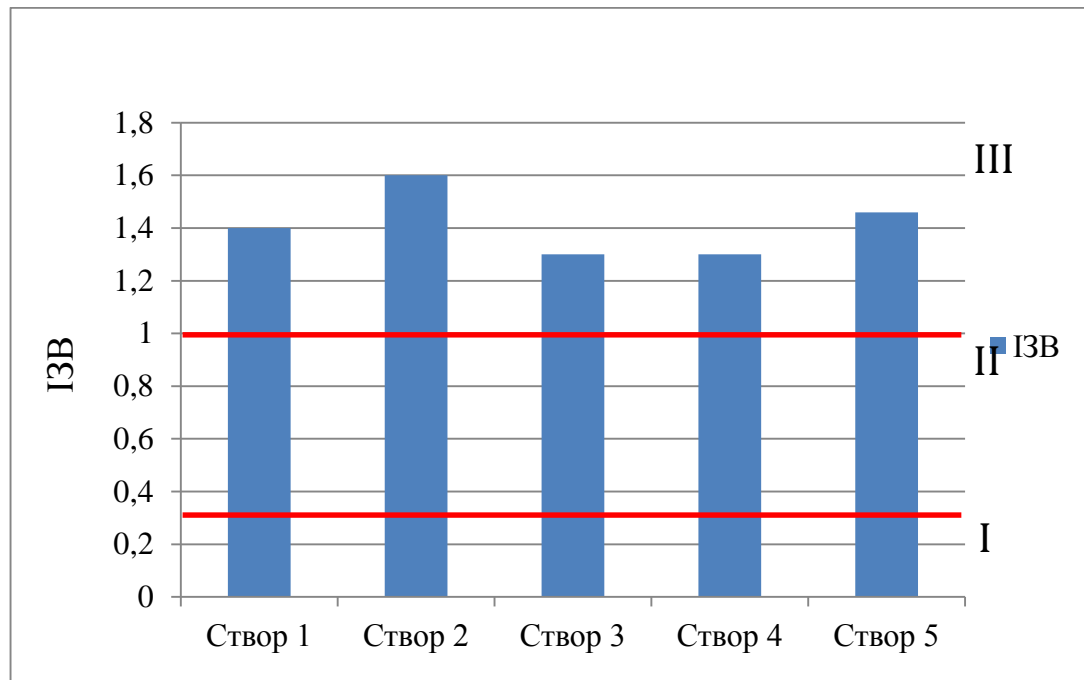


Рис 3.6 Зміна показників ІЗВ протягом 2013 року

На рис 3.6 представлені значення ІЗВ на 5 контрольних створах спостережень протягом 2013 року. Аналіз цього графіка показує, що значення ІЗВ знаходяться в межах III класу, тобто води є помірно забруднені. Максимальне значення ІЗВ складає 1,6 на 2 створі, а мінімальне значення – 1,3 на 3 та 4 створах.

На рис 3.7 представлені значення ІЗВ для 5 контрольних створів спостережень за 2014 рік. Графік показує що в 2014 на всіх 5 створах розрахункові значення ІЗВ відповідають другому класу якості вод, тобто води є чистими. Максимальне значення ІЗВ складає 1,3 на 2 створі, а мінімальне значення – 1,22 на 1 створі.

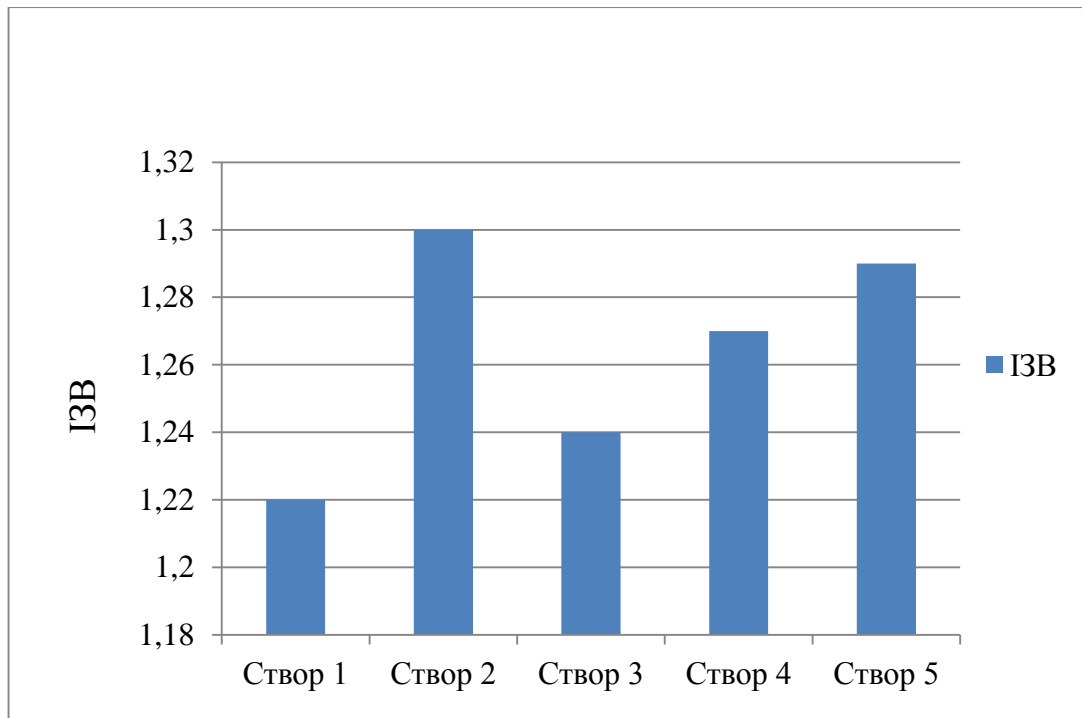


Рис 3.7 Зміна показників ІЗВ протягом 2014 року

На рисунку 3.8 відображено зміну показників ІЗВ для 5 створів за 2015 рік. Аналіз графіку дозволяє зробити висновок, що значення ІЗВ на всіх створах знаходиться в межах III класу. Це означає, що в 2015 році води Київського водосховища були помірно забруднені.

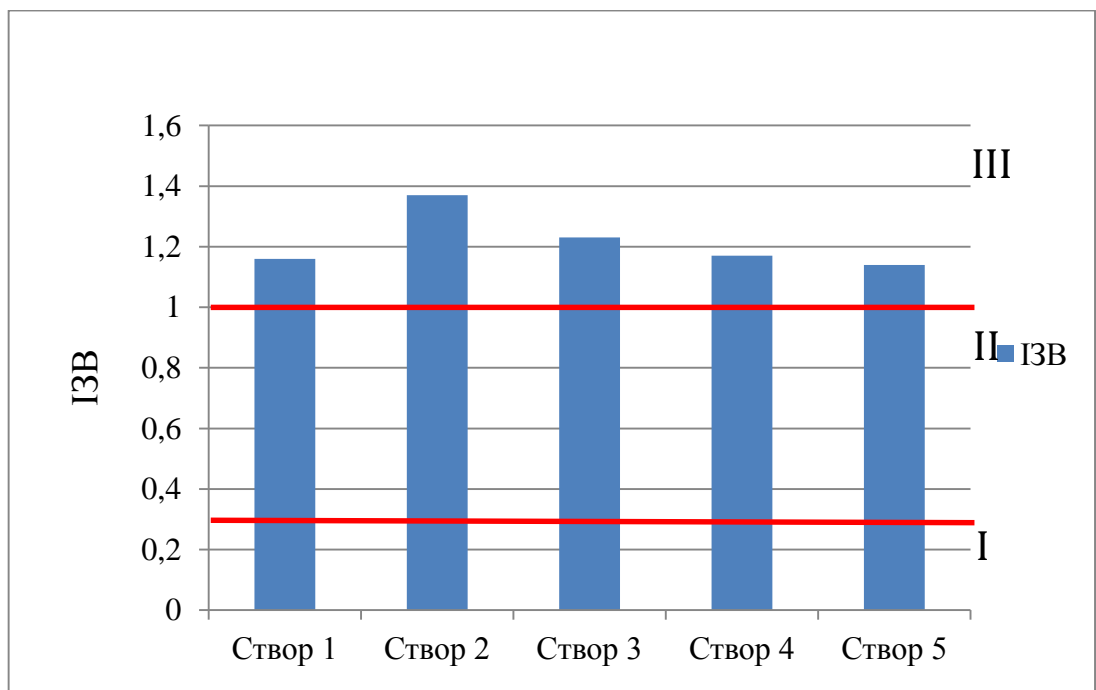


Рис 3.8 Зміна показників ІЗВ протягом 2015 року.

На рис 3.9 - 3.18 надана динаміка зміни ІЗВ за період з 2011 по 2015 рік по кожному з 5 контрольних створів спостережень.

На рис 3.9 для 1 створу по всіх роках спостережень якість вод перевищує II клас (вода чиста) і характеризує води як помірно забруднені (III клас якості). Максимальне значення ІЗВ складає 1,8 в 2012 році, а мінімальне значення – 1,17 у 2015 році.

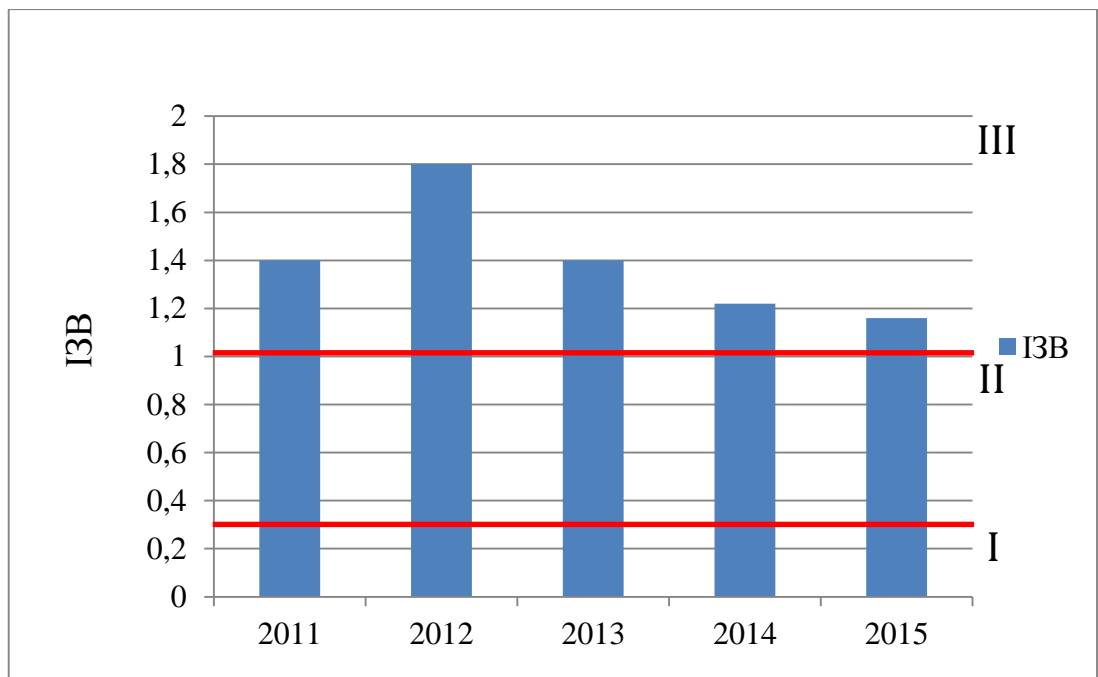


Рис 3.9 Зміна показників ІЗВ для створу 1

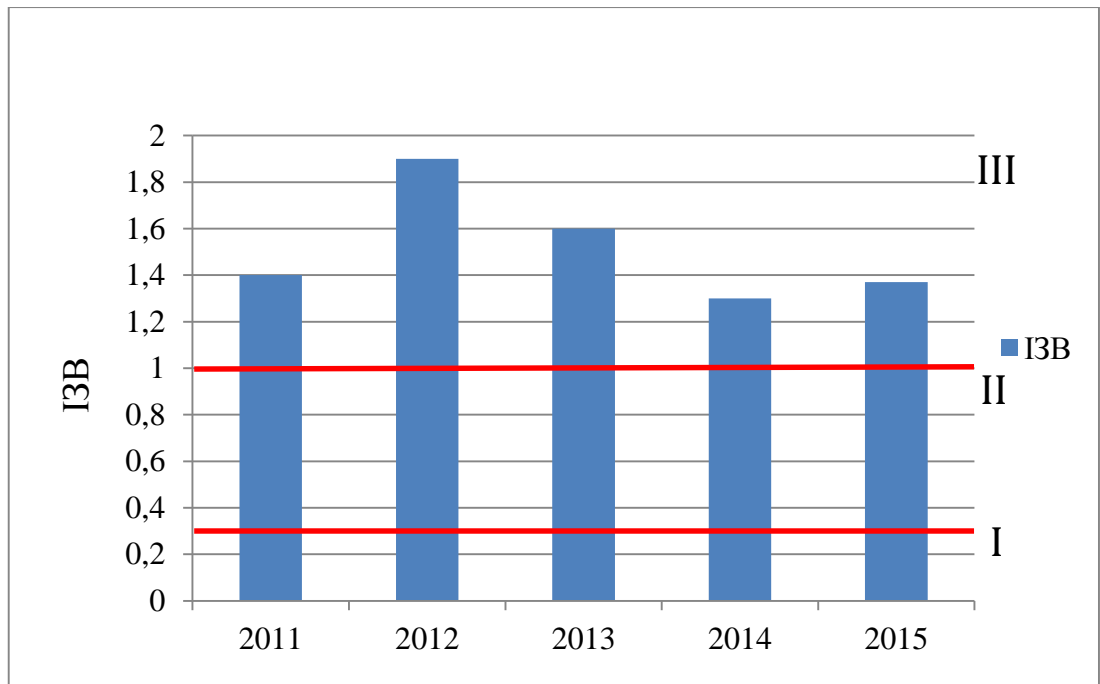


Рис 3.10 Зміна показників ІЗВ для створу 2 (2011 - 2015 рр.)

На рис 3.10 показана зміна ІЗВ для води 2 створу на протязі досліджуваного періоду. Протягом досліджуваних п'яти років показник ІЗВ знаходиться в межах III класу (помірно забруднені). Максимальне значення ІЗВ складає 1,9 у 2012 році, а мінімальне значення – 1,3 у 2015 році.

На рис 3.11 показана зміна ІЗВ для 3 створу протягом досліджуваного періоду з якої можна зробити висновок о том, что якість вод відповідає III класу (помірно забруднені). Максимальне значення ІЗВ складає 1,6 в 2011 році, а мінімальне значення – 1,25 у 2014 та 2015 роках.

На рис 3.12 показана зміна ІЗВ для 4 створу спостережень протягом всього досліджуваного періоду з якої можна зробити висновок о том, что якість води знаходилась в межах III класу (вода помірно забруднена). Максимальне значення ІЗВ складає 1,5 в 2011 році, а мінімальне значення – 1,15 у 2015 році.

На рис 3.13 для 5 створу спостережень протягом практично усього досліджуваного періоду якість вод відносилась до III класу (вода помірно забруднена), крім 2012 року, коли якість води відповідала II класу якості

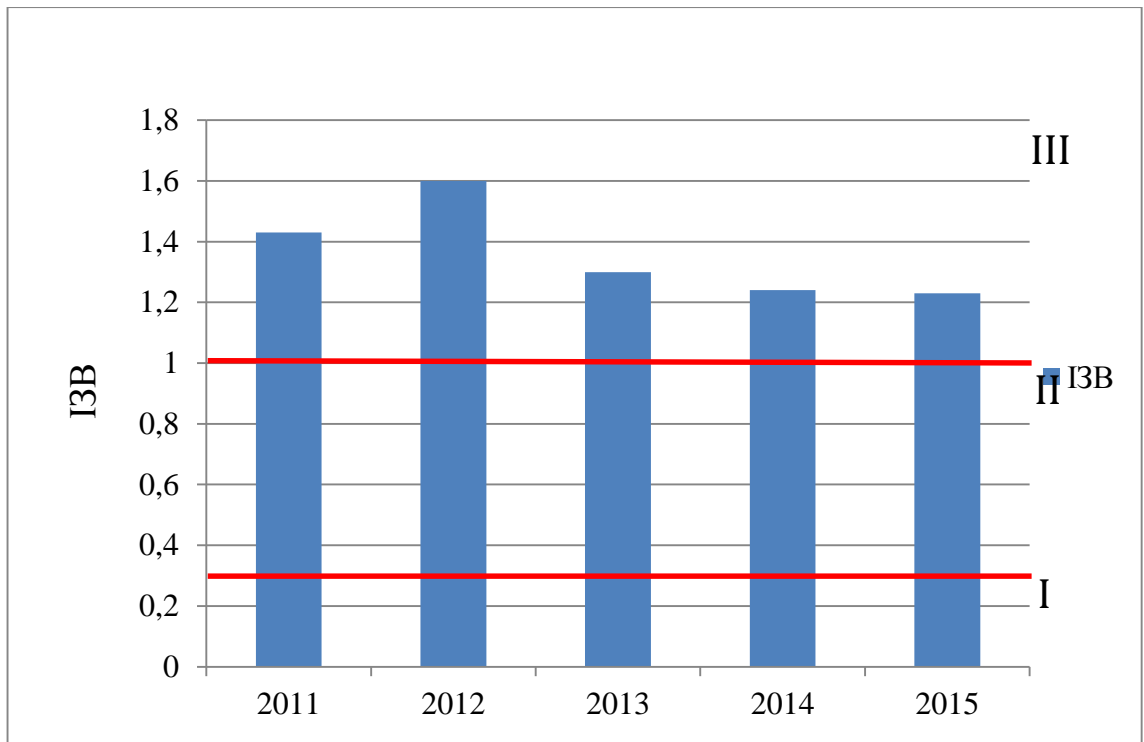


Рис 3.11 Зміна показників ІЗВ для створу 3 (2011 - 2015 рр.)

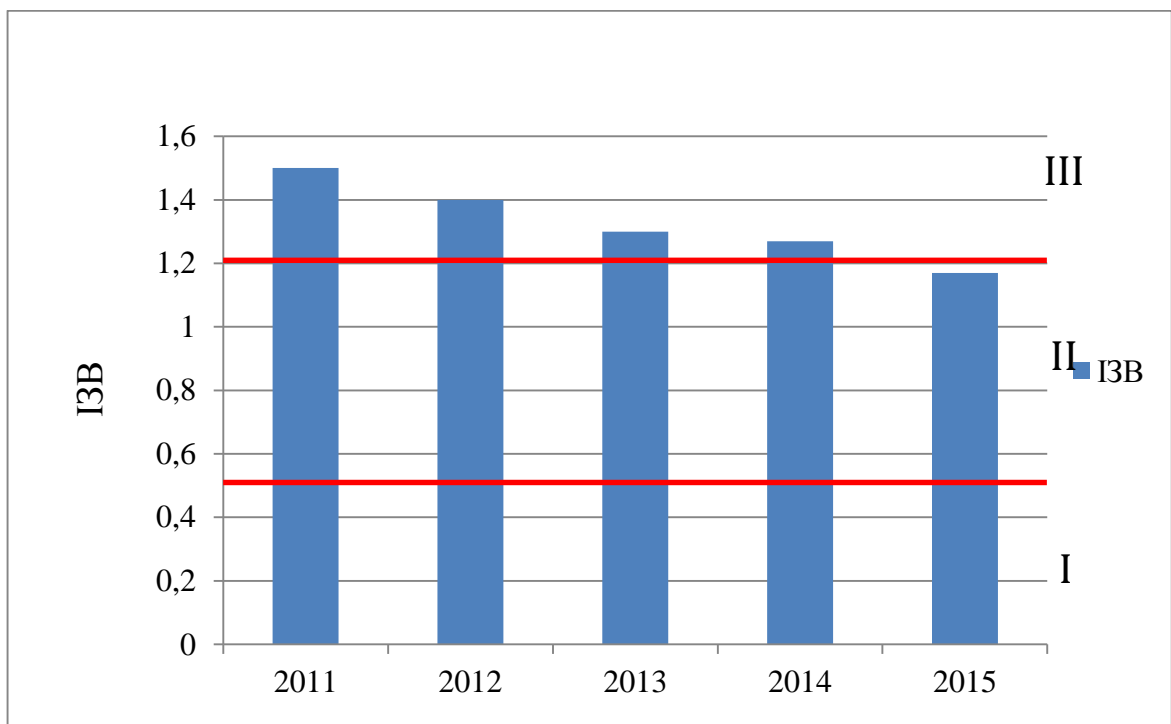


Рис 3.12 Зміна показників ІЗВ для створу 4 (2011 - 2015 рр.)

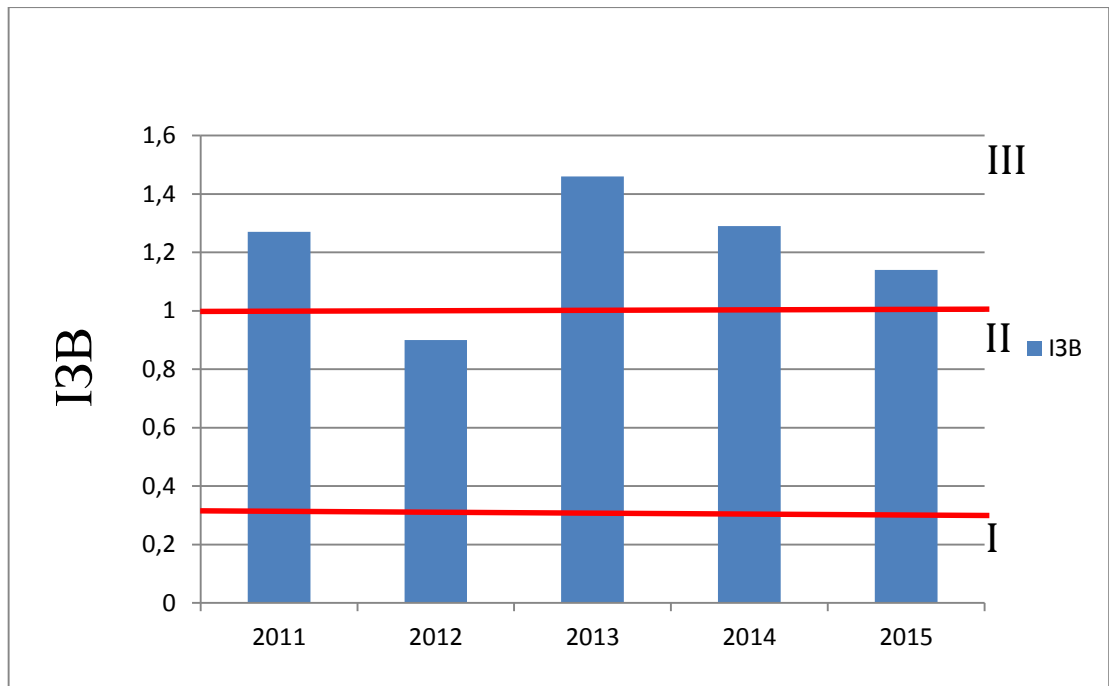


Рис 3.13 Зміна показників ІЗВ для створу 5 (2007-2011 рр.)

(чисті) та значення ІЗВ дорівнювало 0,9. Максимальне значення ІЗВ складає 1,45 в 2013 році, а мінімальне значення – 0,9 у 2012 році.

Аналізуючи графіки можна підвести деякі підсумки. Найбільший показник ІЗВ був отриманий на 2 створі в 2012 році (1,9), а мінімальний показник ІЗВ – 0,9 у 2012 році.

. Загалом якість вод за увесь досліджуваний період не виходили за межі II та III класів і позиціонували себе як чисті та помірно забруднені.

Проаналізувавши зміну ІЗВ та зміну концентрацій домішок, які представлені в таблиці 3.5, можна зробити висновок, до якої категорії відноситься якість води на кожному створі, протягом усього періоду спостережень.

На основі даних табл. 3.5 можна зробити висновок, що протягом усього періоду спостережень якість вод у Київському водосховищі можна віднести до II класу (вода чиста) та до III класу (помірно забруднена). Найбільші значення ІЗВ були отримані в 2012 році на 2 створі.

Табл. 3.5 – Характеристика ІЗВ

	Створ	Характеристика ІЗВ									
		2011		2012		2013		2014		2015	
		Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість
ІЗВ	1	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	2	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	3	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	4	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	5	III	помірно забруднена	II	чиста	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена

Табл. 3.6 – Характеристика ІЗВ_{МОД}

	Створ	Характеристика ІЗВ									
		2011		2012		2013		2014		2015	
		Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість
ІЗВ	1	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	забруднена	V	Брудна	IV	забруднена
ІЗВ	2	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	Забруднена	IV	забруднена
ІЗВ	3	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	Забруднена	IV	забруднена
ІЗВ	4	III	помірно забруднена	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	Забруднена	IV	забруднена
ІЗВ	5	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	забруднена	IV	Забруднена	IV	забруднена

3.4 Оцінка і класифікація вод Київського водосховища

3.4.1 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками

За еколого-санітарними показниками води Київського водосховища характеризуються наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 0,8 мг/дм³ (2014 р) до 41,0 (2012 р) мг/дм³, що відповідало 1-5 категорії якості, тобто вода змінювалася в діапазоні від чистої до забрудненої. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 3 категорії якості – помірно забруднена.

За середньоарифметичними значеннями вмісту зважених часток з 2011 до 2015 рр їх вміст у водах Київського водосховища складав 14,6 мг/дм³ і вода належала до 3-ї категорії якості (помірно забруднена).

У водах водосховища вміст кисню коливався від 5,44 (2012 р) до 18,72 (2015 р) мгО₂/дм³. Тобто, за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і брудної.

За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим киснем води Київського водосховища за період досліджень з 2011 по 2015 р (більше 7 мг/дм³) була дуже чистою (1 категорія якості) (табл. 3.7 – 3.11).

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

Перманганатна окиснюваність у водах Київського водосховища змінювалася від 3,8 (2012 р) до 25,2 (2011 р) мгО₂/дм³, біхроматна – від 19,70 (2012 р) до 75,0 (2013 р) мгО₂/дм³, що відповідає відповідно 2-3 та 3-7 категорії якості, тобто чисті – помірно забруднені органічними речовинами:

за середньоарифметичним значенням – слабо забруднені органічними речовинами.

Таблиця 3.7 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Київського водосховища за 2011-2015 рр. - м. Чорнобиль (1 км вище міста, створ 1)

Інгредієнти	2011	2012	2013	2014	2015
Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	17,87	18,38	20,00	15,70	14,15
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,60	8,30	7,71	8,28	9,68
Прозорість по шрифту в мм	23,47	21,17	19,42	21,0	22,19
Біхроматна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	51,93	36,28	55,80	38,36	46,97
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,82	2,81	1,97	2,10	1,95
Азот амонійний	0,72	0,641	0,66	0,675	0,56
Азот нітритний	0,017	0,014	0,014	0,015	0,014
Азот нітратний	0,153	0,15	0,17	0,188	0,20
Фосфати	0,243	0,043	0,042	0,043	0,040

Таблиця 3.8 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Київського водосховища у різні періоди спостережень м. Чорнобиль (1 км нижче міста, створ 2)

Інгредієнти	2011	2012	2013	2014	2015
Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	14,33	24,7	18,30	15,10	15,45
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,15	8,06	7,17	8,84	9,47
Прозорість по шрифту в мм	22,56	21,05	21,27	21,27	21,61
Біхроматна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	50,17	38,54	65,85	41,40	48,61
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,62	3,04	2,00	1,95	1,94
Азот амонійний	0,97	0,67	0,67	0,67	0,64
Азот нітритний	0,012	0,015	0,021	0,013	0,015
Азот Нітратний	0,158	0,153	0,210	0,192	0,195
Фосфати	0,20	0,045	0,057	0,047	0,035

Таблиця 3.9 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Чорнобиль (3,5 км нижче міста, створ 3)

Інгредієнти	2011	2012	2013	2014	2015
Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	18,56	21,40	9,30	15,43	15,60
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,20	8,24	6,96	8,70	9,30
Прозорість по шрифту в мм	22,41	23,73	21,87	23,64	23,27
Біхроматна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	51,40	42,08	33,60	41,40	43,98
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,40	2,93	1,84	1,64	1,95
Азот амонійний	0,72	0,64	0,64	0,65	0,62
Азот нітритний	0,018	0,013	0,020	0,008	0,010
Азот Нітратний	0,176	0,168	0,19	0,138	0,18
Фосфати	0,233	0,048	0,040	0,028	0,028

Таблиця 3.10 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води Київського водосховища у різні періоди спостережень - с. Зелений мис (в межах села, створ 4)

Інгредієнти	2011	2012	2013	2014	2015
Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	11,13	12,30	8,37	10,15	11,50
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	7,8	7,30	8,50	7,57	9,28
Прозорість по шрифту в мм	21,87	22,89	21,84	22,67	22,13
Біхроматна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	42,6	36,45	46,6	40,50	44,40
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,96	2,68	1,94	1,8	1,93
Азот амонійний	0,45	0,503	0,52	0,65	0,51
Азот нітритний	0,064	0,012	0,013	0,01	0,009
Азот Нітратний	0,145	0,16	0,19	0,123	0,17
Фосфати	0,241	0,035	0,029	0,027	0,032

Таблиця 3.11 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – с. Новопетрівка (0,5 км нижче села, створ 5)

Інгредієнти	2011	2012	2013	2014	2015
Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	13,32	24,40	12,18	14,60	16,30
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,40	8,56	7,68	8,54	12,40
Прозорість по шрифту в мм	22,23	22,18	21,52	23,15	22,27
Біхроматна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	43,50	32,60	41,40	35,76	42,08
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,72	2,20	1,89	1,80	2,29
Азот амонійний	0,67	0,525	0,53	0,62	0,45
Азот нітритний	0,011	0,019	0,020	0,0128	0,016
Азот Нітратний	0,186	0,23	0,25	0,18	0,223
Фосфати	0,373	0,081	0,082	0,078	0,08

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).
- 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) [29].

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 [37].

Атмосферного N_2 та надходженням з водозбірної площі легкокорозинних 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 дрібнихмолекул, які можуть дифундувати через оболонку клітин, де вони розкладаються з виділенням аміаку [33].

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 [34].

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 [35].

Вміст різних форм азоту у водах Київського водосховища розглянемо нижче. Концентрація амонійного азоту у воді змінювалася від 0,45 (2011 р) до 0,99 (2011 р) мгN/дм³. За середньоарифметичними даними вода Київського водосховища у всі періоди досліджень відносилась до 2-4 категорії якості – чисті – помірно забруднені.

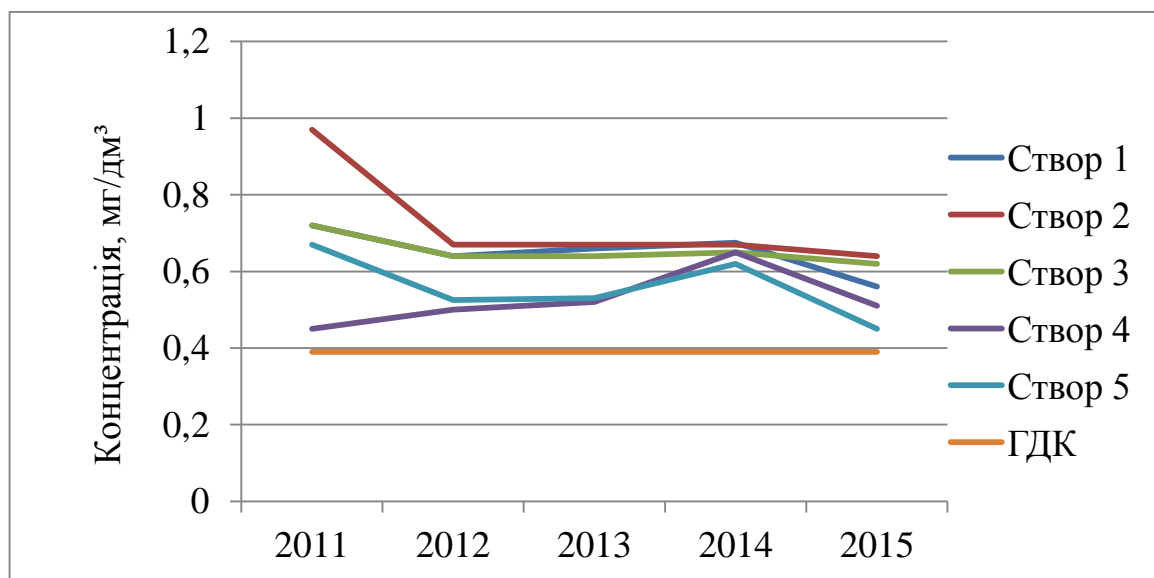


Рис. 3.14 Зміна концентрації азоту амонійного у водах Київського водосховища для 5 контрольних створів протягом 2011-2015 рр

Аналізуючи графік, який зображено на рис 3.19 бачимо, що перевищення концентрації азоту амонійного в водах Київського водосховища спостерігається протягом всього досліджуваного періоду на всіх створах. Всі показники перевищували значення гранично-допустимої концентрації (ГДК 0,39мг/дм³).

На рис 3.20 зображено графік, який показує зміну концентрації азоту нітритного для 5 контрольних створів за період 2011-2015 років.

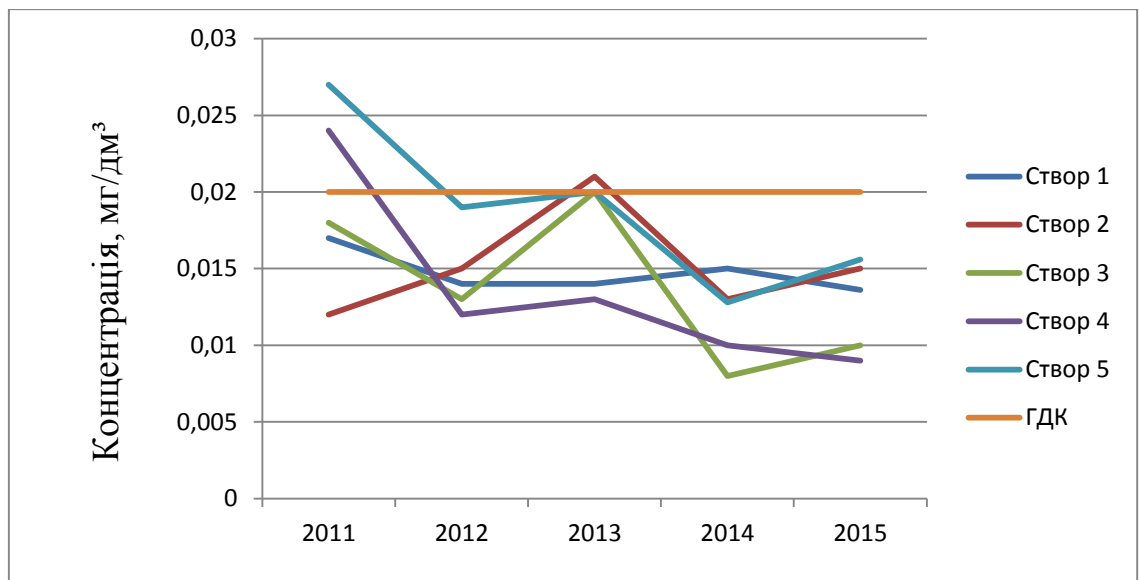


Рис. 3.15 Зміна концентрації азоту нітритного у водах Київського водосховища для 5 контрольних створів протягом 2011-2015 рр

Максимальні значення були отримані в 2011 році на 4 та 5 створах. Не значне перевищення ГДК також спостерігалось на другому створі в 2013 році.

3.4.2 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 [36].

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” [37].

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, 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 [38, 39].

Перш за все, необхідно відмітити, що якість поверхневих вод водосховища 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 [29].

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 [39].

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) [40].

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 ґрунтової 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 [40].

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 3.12). 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 [40].

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 [40].

Таблиця 3.12 - Схема визначення екологічних класів, категорій і субкатегорій якості води в поверхневих водних об'єктах України[40]

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"
		2,00-2,25	2	"Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих"
	3	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"
		3,00-3,25 3,26-3,50	3 3(4)	"Добрі", "досить чисті" води з ухилом до "дуже добрих", "чистих"
III	4	3,51-3,75	3-4	"Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених"
				Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених"

1	2	3	4	5
	5	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"
		5,00-5,25	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 Київського 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 [40].

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 [40].

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.

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) [40].

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 [40].

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з "Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями", 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 [29].

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:

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

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 3.13 - 3.17 представлені результати дослідження на Київському водосховищі та показаний розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості вод Київського водосховища.

Табл. 3.13 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (2011 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	22,4	2	Завислі речовини	18,7	3	Fe, заг	0,23	4
			БСК ₅	2,6	4	Нафто – продукти	0,016	2
SO ₄ ⁻	23,8	1	Азот амонійний	0,58	5	СПАР	0,02	3
			Азот нітритний	0,015	4	Феноли	0,005	5
			Азот нітратний	0,19	2	Cu ²⁺	0,003	4
						Mn ²⁺	0,016	2
Фосфати	0,063	4	Cr, заг	0,006	4			

Табл. 3.14 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (2012 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	21,16	2	Завислі речовини	13,7	3	Fe, заг	0,24	4
			БСК ₅	1,84	3	Нафто – продукти	0,02	2
SO ₄ ⁻	24,35	1	Азот амонійний	0,48	4	СПАР	0,033	4
			Азот нітритний	0,018	4	Феноли	0,0038	5
			Азот нітратний	0,25	2	Cu ²⁺	0,002	3
						Mn ²⁺	0,027	3
			Фосфати	0,051	4	Cr, заг	0,009	4

Табл. 3.15 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (2013 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	18,4	1	Завислі речовини	14,2	3	Fe, заг	0,38	4
			БСК ₅	1,86	3	Нафто – продукти	0,020	2
SO ₄ ⁻	12,9	1	Азот амонійний	0,65	5	СПАР	0,01	2
			Азот нітритний	0,012	4	Феноли	0,0033	5
			Азот нітратний	0,16	2	Cu ²⁺	0,002	3
						Mn ²⁺	0,039	3
Фосфати	0,044	3	Cr, заг	0,009	4			

Табл. 3.16 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (2014 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	20,1	2	Завислі речовини	14,7	3	Fe, заг	0,21	4
			БСК ₅	2,0	3	Нафто – продукти	0,025	2
SO ₄ ⁻	23,8	1	Азот амонійний	0,59	5	СПАР	0,045	4
			Азот нітритний	0,017	4	Феноли	0,004	5
			Азот нітратний	0,21	2	Cu ²⁺	0,002	3
						Mn ²⁺	0,03	3
Фосфати	0,055	4	Cr, заг	0,008	4			

Табл. 3.17 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (2015 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	19,15	2	Завислі речовини	13,9	3	Fe, заг	0,25	4
			БСК ₅	2,2	3	Нафто – продукти	0,027	3
SO ₄ ⁻	24,6	1	Азот амонійний	0,54	5	СПАР	0,049	4
			Азот нітритний	0,019	4	Феноли	0,004	5
			Азот нітратний	0,22	2	Cu ²⁺	0,002	3
						Mn ²⁺	0,03	3
Фосфати	0,065	4	Cr, заг	0,008	4			

Сольовий блок. Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу (I_1) якості води на Київському водосховищі в межах Київської області, 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 I і II класів: як за найгіршими, так і за середніми величинами наявних показників.

Значення індексу дорівнює ($I_1 = 1$) відноситься I класу, I категорії та 1(2) субкатегорії, тобто води "відмінні", "дуже чисті" води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих". За найгіршими значеннями $I_{1\text{найгір}}$ також знаходиться в межах I категорії та 1(2) субкатегорії та відноситься до I класу ($I_{1\text{найгір}} = 1,5$) - "відмінні", "дуже чисті", "чисті".

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. Отримані дані, щодо якості вод Київському водосховища свідчать про те, що якість води за трофо-сапробіологічними критеріями належать за середнім індексом ($I_2=2,15$) до II класу категорії 2 та субкатегорії 2 – води "дуже добрі", "чисті", а за найгіршими величинами ($I_{2\text{найгір}}=2,25$) наявних показників якість води також відповідає II класу категорії 2, субкатегорія 2 – "дуже добрі", "чисті".

Таким чином води Київського водосховища в межах Київської та Черкаської областей з еколого-санітарних позицій можуть вважатися в цілому "добрими", з визначеним ухилом до погіршення якості води за трофо-сапробіологічними критеріями. Основною причиною такого стану Київського водосховища є надмірний вміст у воді сполук азоту, тобто інтенсивна евтрофікація.

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

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про стан забрудненості вод Київського водосховища. Тут води за середніми величинами ($I_{зсер} = 3,4$) "добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених" та відносяться до II класу, 3 категорії, 3(4) субкатегорії. За найгіршими величинами значення $I_{знайг} = 3,55$ – відноситься до III класу, категорії 4 і характеризує стан вод як води перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених".

Загальна вербальна характеристика вод Київського водосховища - клас якості II, категорія 3, субкатегорія 3(2) - "добрі", "досить чисті" води з ухилом до "дуже добрих", "чистих". Такі результати свідчать про те, що води Київського водосховища знаходяться в задовільному стані, але якщо не вживати заходів щодо покращення стану, то якість вод буде погіршуватись.

Зокрема, найгірший вплив на якість води в водосховищі здійснюють такі забруднюючі речовини – нітритний азот, амонійний азот та фосфати, це свідчить про необхідність здійснення цілеспрямованих заходів з покращення екологічної ситуації і захисту екосистеми Київського водосховища в межах Київської області. В першу чергу ці заходи повинні бути направлені на зниження антропогенного евтрофування.

ВИСНОВКИ

Оцінка якості вод Київського водосховища проводилась за ІЗВ для рибогосподарських ГДК. Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод за 2011-2015 роки можна зробити наступні висновки:

- 1) найпоширенішими забруднюючими речовинами є феноли та БСК₅;
- 2) перевищення органічних речовин з БСК₅ у водах водосховища є не значними, причиною цього перевищення є скид вод промисловими підприємствами та розвинута система ведення сільського господарства;
- 3) забруднення фенолами відбувається завдяки антропогенним джерелам забруднення, якими є підприємства комунального господарства, промислові і сільськогосподарські підприємства;
- 4) кисневий режим впродовж досліджуваного періоду був задовільним, та був не нижче значення ГДК – 6 мгО₂/дм³. Показники головних іонів і мінералізації води Київського водосховища не перевищують ГДК для водойм рибогосподарського водокористування мають гідрокарбонатний кальцієвий склад і відносяться до прісних гіпогалінних вод.

За критеріями забруднення компонентами сольового складу свідчить про те, що ситуація в водному об'єкті добра, якість води за критеріями належала до І і ІІ класів.

Екологічна оцінка якості води за трофо-сапробіологічними критеріями належать за середнім індексом ($I_2=2,15$) до ІІ класу категорії 2 та субкатегорії 2 – води "дуже добрі", "чисті", а за найгіршими величинами ($I_{2\text{найг}}=2,25$) наявних показників якість води також відповідає ІІ класу категорії 2, субкатегорія 2 – "дуже добрі", "чисті".

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про стан забрудненості вод Київського водосховища. Тут води за середніми величинами ($I_{3\text{сер}} = 3,4$) "добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення

до “задовільних”, “слабо забруднених” та відносяться до II класу, 3 категорії, 3(4) субкатегорії. За найгіршими величинами значення $I_{знайг} = 3,55$ – відноситься до III класу, категорії 4 і характеризує стан вод як води перехідні за якістю від “добрих”, “досить чистих” до “задовільних”, “слабо забруднених”.

Концентрації азоту амонійного та азоту нітритного за досліджуваний період виходили за межі норм рибогосподарського ГДК. На деяких контрольних створах ці перевищення безпосередньо тісно пов’язані з веденням сільського господарства, тобто головною причиною є антропогенний вплив на водну екосистему басейну Київського водосховища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Алтунин В.С., Белавцева Т.М. Контроль качества воды. М.: Колос, 1993. 368 с.
2. Губанов Е.П. Состояние водных экосистем вызывает тревогу // Рыбное хозяйство Украины. 2007. 6 (53). С. 10–17.
3. Сытник К.М., Брайон А.В., Городецкий А.В. Биосфера. Экология, Охрана природы. К.: Наук. думка, 1987. 419 с.
4. Стецюк З.О., Мельник А.П., Михайленко Н.Г. Екологічний стан Київського водосховища за гідрохімічними показниками після водопілля // Рибогосподарська наука України. 2011. № 4. С. 15-19.
5. Тімченко В. М., Линник П. М., Холодько О. П. Абіотичні компоненти екосистеми Київського водосховища. Київ: Логос, 2013. 60 с.
6. Daily G. C. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems. Washington: IslandPress, 1997. P. 110 p. [Electronic resource]. Mode of access: <http://gcpolcc.org/group/ecosystem-services-team/page/esresources> (дата звернення: 22.09.18)
7. Groot R. S. Functions of nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Groningen: Wolters-Noordhoff BV, 1992. 315 p.
8. Електронний ресурс: URL:https://ua.igotoworld.com/ua/poi_object/79628_kievskoe-more-vodohranilische.htm (дата звернення: 13.05.18)
9. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. К.: Віпол, 2000. 376 с.
10. Водный фонд Украины: Искусственные водоемы — водохранилища и пруды: Справочник / Под ред. В. К. Хильчевского, В. В. Гребня. К.: Интерпрес, 2014. 164 с.
11. Вишневський В.І., Шевчук С.А., Кравцова О.Й. Закономірності змін якості води за довжиною Дніпра / Наукові праці УкрНДГМІ. 2001. Вип. 249. С. 89-105.

12. Вишневський В. І. Ріка Дніпро / Вишневський В. І. К. : Інтерпрес ЛТД, 2011. 384 с.
13. Яцик А. В., Хорєв В. М. Водне господарство України. К.: Генеза, 2000. 456 с.
14. Зимбалева Л. Н., Сухойван П. Г., Черногоренко М. И. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. К.: Наукова думка, 1989. 243 с.
15. Вятчанина Л. И. Рыбохозяйственное освоение каскада днепровских водохранилищ и пути повышения их рыбопродуктивности // Рыбное хозяйство. 1980. —Вып. 31. С. 3—9.
16. Ульман Э. Ж., Борбат А. Е. Методические рекомендации по улучшению условий естественного воспроизводства, охране рыбных запасов и совершенствованию организации рыболовства на Киевском водохранилище. К.: УкрНИИРХ, 1982. 11 с.
17. І. Ю. Бузевич, Н. Ю. Рубцова, Р. В. Шевченко, П. П. Долгопол, В. Д. Соломатіна. Стан іхтіофауни затоки Київського водосховища, яка експлуатується в режимі товарного рибного господарства // Рибогосподарська наука України. 2014. №4. с. 15-25.
18. Вишневський В.І., Лопата Л.М. “Цвітіння” води на водозаборі Дніпровської водопровідної станції // Меліорація і водне господарство. 2016. Вип. 104. С. 31–35.
19. Бабій П.О., Вишневський В.І., С.А. Шевчук. Річка Рось та її використання. Київ: Інтерпрес ЛТД. 2016. 128 с.
20. Цееба Я. Я. Киевское водохранилище. К.: Наукова думка, 1972. 456 с.
21. Електронний ресурс: URL:<https://www.radiosvoboda.org/a/1737389.html#content> (дата звернення: 03.10.18)

22. Електронний ресурс: URL:<https://tsn.ua/ukrayina/kiyivske-more-viznali-naybilsh-nebezpechnim-ob-yektom-na-zemli.html> (дата звернення: 22.11.19)
23. Електронний ресурс: URL:[https:// ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21397/](https://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21397/) (дата звернення: 23.05.18)
24. Верниченко А.А. Комплексные оценки качества поверхностных вод / Л.: Гидрометеиздат, 1984. 356 с.
25. Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К. Региональная гидрохимия / Киев: Вища школа. 1995. 307 с.
26. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Київ: Символ, 1998. 28 с.
27. Караушев А.В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Л.: Гидрометеиздат, 1981. 286 с.
28. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія / Київ: Либідь, 1997. 384 с.
29. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення (СанПіН № 4630-88) - затверджені Міністерством охорони здоров'я СРСР від 04.07.88 р. № 4630-88.
30. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм - затверджені Головрибводом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р. № 12-04-11.
31. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / Київ: Ніка Центр, 2001. 196 с.
32. Грубанко В.В. Адаптивні реакції риб до дії аміаку водного середовища: Автореф. дис. на здобуття ступеня д-ра біол. наук. К., 1995. 44 с.

33. Торшин С.П., Удельнова Т.М., Ягодин Б.А. Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи соврем. биологии. 1990. Т. 109, вып. 2. С. 279–292.
34. Таубе П. Р. Химия и микробиология воды / Москва: Высшая школа, 1983. 280 с.
35. Лозовіцький П.С. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості // Водне господарство України, 2007. № 5. С. 50 - 54.
36. Скакальский Б. Г. Антропогенные изменения химического состава воды и донных отложений в загрязняемых водных объектах: Автореф. дис. ...докт. географ. наук: 11.00.07. / СПб, 1996. 68 с.
37. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy / Official Journal of the European Communities. 22.12.2000, ENL 327/1.
38. Яцик А. В., Жукинський В. М., Чернявська А. П., Єзловська І.С. Досвід використання “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” (пояснення, застереження, приклади). Київ: Оріяни, 2006. 59 с.
39. Яцик А. В., Денисова О. І., Чернявська А. П., Верниченко Г. А. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод Українию Київ: Оріяни, 2004. 20 с.
40. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Київ: ЗАТ ВІПОЛ, 2001. 48 с.

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Власюк Я. В., Вовкодав Г. М. Оцінка якості води Київського водосховища за еколого-санітарними показниками / Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони. III міжнародний науковий семінар. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2018. С. 66-69.

2. Власюк Я. В., Вовкодав Г. М. Орієнтовна екологічна оцінка стану вод Київського водосховища / Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони. III міжнародний науковий семінар. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2018. С. 69-72.

Таблиця А.1 Класифікація якості поверхневих вод за критерієм мінералізації

Клас якості	Прісні води (I)		Солонуваті води (II)			Солонуваті води (III)	
	Гіпогалинні (1)	Олігогалинні (2)	β-мезогалинні (3)	α-мезогалинні (4)	Полігалинні (5)	Еугалинні (6)	Ультрагалинні (7)
Мінералізація, г/дм ³	<0,5	0,51-1	1,01-5	5,01-18	18,01-30	30,01-40	>40

Таблиця А.2 Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Показники, мг/дм ³	Клас якості води						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1050	1501-2000	>2000
Хлориди	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
Сульфати	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Таблиця А.3 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Гідрофізичні: завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
Прозорість, м	<1,50	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
Гідрохімічні: рН	6,9-7,0 7,1-7,5	6,7-6,8 7,6-7,9	6,5-6,6 8,0-8,1	6,3-6,4 8,2-8,3	6,1-6,2 8,4-8,3	5,9-6,0 8,6-8,7	<5,9 >8,7
Азот амонійний, мг N/дм ³	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Азот нітритний, мгN/дм ³	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,01	0,011-0,2	0,021-0,05	0,051-0,1	>0,10
Азот нітратний, мгN/дм ³	<0,020	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,70-1,00	1,01-2,50	>2,50
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,05	0,051-0,1	0,101-0,20	0,201-0,300	>0,30
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	<8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
% насичення	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 >150
Перманганатна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20
Біхроматна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	>12,0

Таблиця А.4 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Показники, мкг/дм ³	Клас якості води						
	I	II		III	IV	V	
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	25-50	>50
Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Хром(загальний)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Мишьяк	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо(загальне)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Таблиця А.5 Класи та категорії якості поверхневих вод України за екологічною класифікацією

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів та категорій якості за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів та категорій якості вод за ступенем чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабо забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні